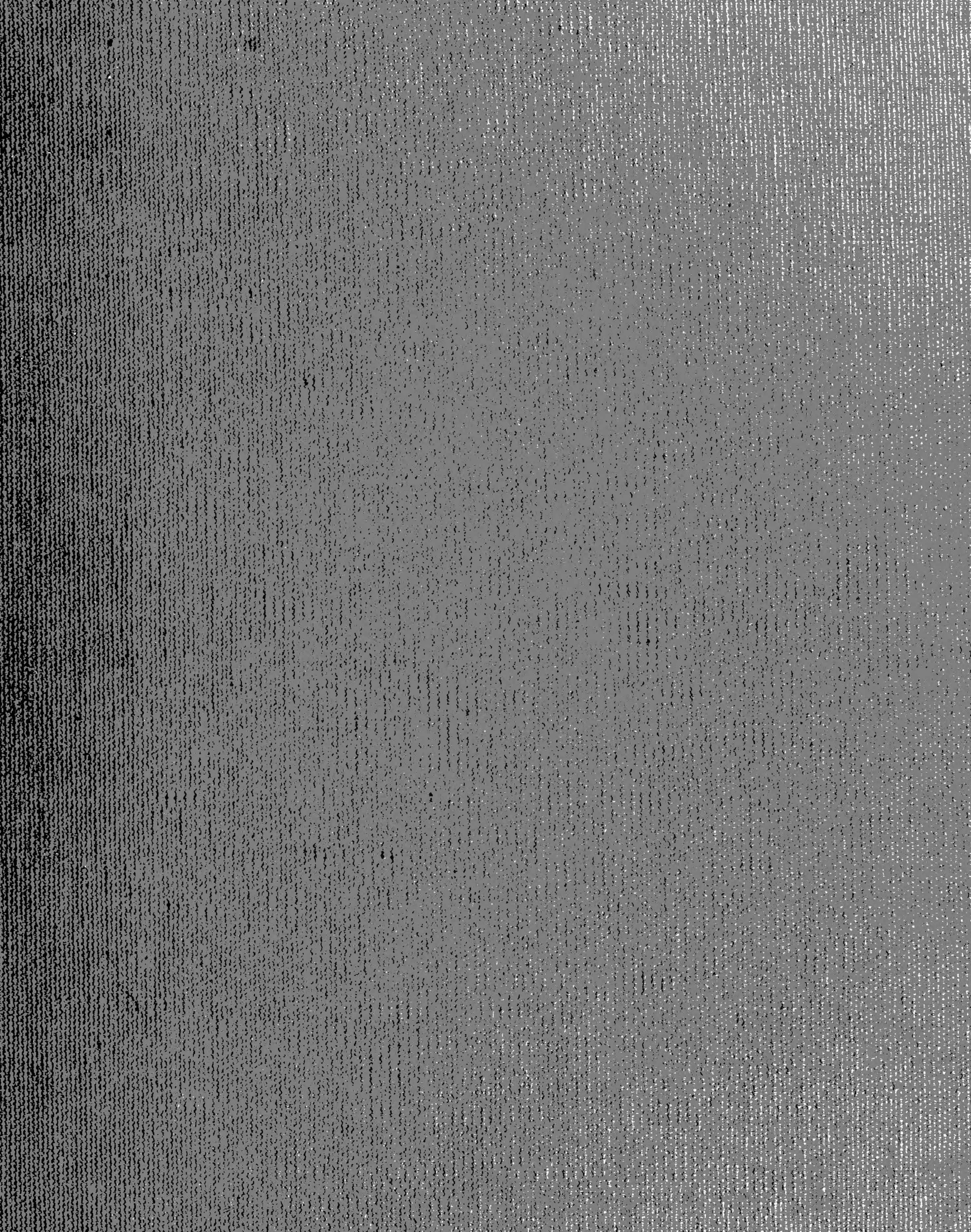




Abhandlungen

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

Abhandlungen

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

Aus dem Jahre
1835.

Berlin.
Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie
der Wissenschaften.
1837.

In Commission bei F. Dümmler.

Inhalt.

Abhandlungen.

Physikalische Klasse.

Mathematische Klasse.

Philosophisch-historische Klasse.

Jahr 1835.

Die öffentliche Sitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des Jahrestages Friedrichs des Zweiten am 29. Januar wurde durch die Anwesenheit Ihrer Königl. Hoheiten des Kronprinzen und des Prinzen Wilhelm, Sohns Seiner Majestät des Königs, verherrlicht. Der vorsitzende Sekretar, Herr Wilken, eröffnete dieselbe mit einer Rede über Friedrich II. als Geschichtschreiber, worauf Herr Levezow, nach einigen einleitenden Worten, die Abhandlung des kürzlich verstorbenen Herrn Uhden über die unter dem Namen der Farnesischen berühmte antike Onyxschaale im Borbonischen Museum zu Neapel vortrug und einige, zum Theil aus den hinterlassenen Papieren des Verfassers dieser Abhandlung geschöpfte, Erläuterungen hinzufügte.

Die am 9. Julius 1835 gehaltene öffentliche Sitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften zum Andenken ihres Stifters Leibnitz eröffnete Herr Böckh, als vorsitzender Sekretar, mit einer Rede über Leibnitz in Bezug auf die Bestimmung der Akademien überhaupt, und der hiesigen insbesondere. Hierauf hielten die Herren Johannes Müller, Gustav Rose und Steffens ihre Antrittsreden. Den beiden ersteren antwortete Herr Erman, als Sekretar der physikalisch-

mathematischen Klasse, dem letztern Herr Böckh, als Sekretar der philosophisch-historischen. Hierauff las der andere Sekretar der letztgenannten Klasse, Herr Wilken, das Urtheil über die Abhandlungen, welche zur Beantwortung der vor zwei Jahren gestellten Preisfrage eingegangen waren. Die Klasse hatte verlangt: „aus den über das alexandrinische Museum vorhandenen sehr fragmentarischen Nachrichten mit Hülfe einer kritischen Combination ein Ganzes zusammenzustellen, das eine anschauliche Idee von dem Zwecke, der Organisation, den Leistungen und den Schicksalen dieser berühmten Anstalt gewähre." Es waren sechs Bewerbungsschriften eingelaufen, von denen jedoch die eine mit dem Motto: „*Feci quod potui, faciant meliora sequentes,*" erst den 10. April d. J. eingegangen ist, weſshalb sie, dem Programm gemäſs, von der Bewerbung ausgeschlossen werden muſs, und ein Urtheil über sie nicht gefället werden kann. Da der Verfasser für diesen Fall bestimmt hatte, wem der versiegelte Zettel, welcher seinen Namen enthält, zuzustellen sei, so ist derselbe nebst der Abhandlung selbst zurückgesandt worden. Von den fünf anderen Abhandlungen ist die eine französisch verfaſste und mit der Devise: „*Εἰ φιλοσοφίας ἐπιθυμεῖς, παρασκευάζου αὐτόθεν*" u. s. w. versehene durchaus nicht eindringend, enthält Vieles, was sich als unrichtig herausstellt, und zeigt keine hinlängliche Kenntniſs der Sache und der griechischen Sprache. Die vier übrigen sind deutsch geschrieben. Die eine derselben, bezeichnet mit dem Motto: „*Οὐκ ἀγαθὸν πολυκοιρανίη, εἷς κοίρανος ἔστω, εἷς βασιλεύς,*" empfiehlt sich durch eine gebildete und lebhafte Darstellung, welcher man einige nicht zur Sache gehörige Scherze leicht verzeiht; indessen ist die Behandlung der einzelnen Partien sehr ungleich; Hauptgegenstände werden kurz abgefertigt, und Nebensachen überreich bedacht und durchgeführt; man vermiſst

weder Geist noch Belesenheit, aber man findet zugleich Spuren von Flüchtigkeit und mangelhafter Kenntniſs der neueren Forschungen auf dem Gebiete der griechischen Litteratur, auch fehlt eine genauere und kritische Benutzung der Quellen. Eine andere der genannten Schriften trägt das Motto: „*Prima sequentem honestum est in secundis et tertiis consistere.*" Der Verfasser derselben hat sein Werk in vier Bücher eingetheilt; die beiden ersten enthalten die äuſsere Geschichte des Museums, und zwar handelt das eine von der Gründung, der Einrichtung und dem Zwecke desselben, das andere von seinen Schicksalen und Mitgliedern. Diese beiden Bücher, welche schon an sich einen bedeutenden Umfang haben, liegen allein vor, weil der Verfasser, seiner Angabe nach, die Reinschrift der beiden übrigen, welche der inneren Geschichte des Museums, d. h. der Darstellung seiner Leistungen in der Poesie und Beredsamkeit und den besonderen Wissenschaften gewidmet sind, zur gesetzlichen Frist nicht hat bewerkstelligen können, wiewohl sich Manches, die gelehrte Thätigkeit der Mitglieder betreffende, schon in der ersten Abtheilung vorweg genommen findet. Die Klasse kann dem vorliegenden Theile dieser Schrift das Lob nicht versagen, daſs er mit groſsem Fleiſs, mit wissenschaftlichem Ernst und mit sorgfältiger Forschung gearbeitet ist, obgleich einzelne Fehler vorkommen, welche leicht vermieden werden konnten. Auch hat der Verfasser aus der politischen Geschichte sowohl, als aus der griechischen Litteraturgeschichte zu viel allgemein Bekanntes eingemischt, und damit sein Werk ohne Noth angeschwellt, so wie die Darstellung überhaupt durch Weitschweifigkeit lästig wird, und sich nicht über das Gewöhnliche erhebt. Der Preis konnte dieser Schrift schon aus dem Grunde nicht zuerkannt werden, weil sie nur einen Theil der Aufgabe umfaſst. Dagegen

hat der Verfasser der Preisschrift, welche das Motto trägt: „*Regium est iuvare litteras,*" den Gegenstand in seinem ganzen Umfange bis ins Einzelnste abgehandelt, auch die Quellen vollständig zusammengebracht, mit Ausführlichkeit, wiewohl auf eine den Leser nicht angenehm berührende schwerfällige Weise geprüft, und im Ganzen genommen gründlich benutzt. Es ist aber zu bedauern, daſs er aus den meist wohl erwogenen Quellen und mit Hülfe der mannigfachen Kenntnisse, welche er darlegt, dennoch kein des Preises würdiges Werk gestaltet hat, und die Klasse wegen der bedeutenden Fehler der Schrift sich auſser Stande gesetzt sieht, eine so mühvolle Arbeit zu belohnen. Es hätte sich übersehen lassen, daſs auch in diese Abhandlung bei weitem zuviel ägyptische und Kaisergeschichte hineingezogen ist, und zu wenig zwischen alexandrinischer Gelehrsamkeit überhaupt und den Leistungen des Museums insbesondere unterschieden wird, wodurch die Schrift einen unnöthigen Umfang erhalten hat; allein die ganze Darstellung, vorzüglich der Ausdruck und auch manche von dem Verfasser angestellte Betrachtungen zeigen einen auffallenden Mangel an gebildetem Geschmack und feinerem Urtheil; die Schreibart ist sehr vernachlässigt, breit, schlaff, ohne beredten Ausdruck, und der Stoff ist in eine groſse Anzahl kleiner schwach verbundener Abschnitte zersplittert, woraus öftere Wiederholungen entstanden sind: auch vermiſst man eine geistvolle Verbindung des Thatsächlichen zu allgemeinen Ansichten. Die Preisschrift endlich, welche das Motto führt: *Et causas, non fata sequi,*" empfiehlt sich durch Klarheit, Anmuth und Gefälligkeit der Darstellung, durch lebendige Auffassung des Alterthums, durch geist- und sinnvolle Betrachtung der Gegenstände und durch Feinheit des Urtheils und der Combination. Der Verfasser weiſs den Stoff überall gleich in

Ideen umzubilden, und mischt sich solchen allgemeinen Ansichten auch leicht etwas Falsches bei, so sind die seinigen doch meistentheils wohl begründet. Am glänzendsten erscheint das Talent des Bewerbers in der vortrefflich verfafsten Einleitung. Im Folgenden bleibt sich zwar die Darstellung verhältnifsmäfsig zu den behandelten Gegenständen an Gewandtheit und Frische gleich, aber es finden sich doch neben den Vorzügen, welche auch darin vorwalten, einige bedeutende Mängel, welche die Klasse mit Bedauern bemerkt hat. Es fehlt nämlich der Abhandlung der einzelnen Theile an Gleichmäfsigkeit; das Topographische ist fast mit zu grofser Ausführlichkeit vorgetragen, wiewohl die mannigfaltigen Kenntnisse, welche der Verfasser dabei entwickelt hat, Anerkennung verdienen; dagegen ist ein und der andere Abschnitt dürftig, und giebt mehr Beiträge zur Lösung der Aufgabe als ihre vollständige Lösung. Davon liegt der Grund offenbar zum Theil darin, dafs der Verfasser keine eigenthümliche Sammlung der Quellen für diese Partieen gemacht, sondern nur den früher bereits von Anderen zusammengebrachten Stoff verarbeitet hat, wefshalb er auch öfter, wo man die Darlegung der vollständigen Quellen gewünscht hätte, nur auf seine Vorgänger verweiset. Auch in der kritischen Sichtung der ihm zu Gebote stehenden Quellen läfst er Manches vermissen; insonderheit fehlt die Anwendung einer ausgebildeten philologischen Technik, und die schwächsten Seiten der Schrift sind diejenigen Erwägungen, welche eine genaue und gelehrte Kenntnifs der alten Sprachen erfordern, wenn auch die hierbei vorkommenden Versehen nicht tief in die Ergebnisse der Forschung eingreifen. In der Auseinandersetzung der Leistungen des Museums ist die Einmengung zu vieler litteraturgeschichtlichen Thatsachen glücklich vermieden, und man findet dagegen geistvolle allgemeine

Urtheile; doch fehlt gerade hier tiefere aus eigener Forschung geschöpfte Kenntnifs mancher Einzelheiten. Wenn daher dieses Werk einerseits eine sehr erfreuliche Erscheinung ist, so fehlt demselben doch in einigen Beziehungen das Gepräge des Vollendeten.

Bei dieser Beschaffenheit der eingegangenen Schriften hat sich die Klasse bewogen gefunden, den Preis nicht zu ertheilen. Da indessen die Aufgabe eine so bedeutende Aufmerksamkeit erregt hat, und in den eingereichten Schriften theilweise schon sehr Dankenswerthes geliefert ist, so läfst sich erwarten, dafs eine Wiederholung der Preisaufgabe einen günstigen Erfolg haben werde. Sie bleibt daher zu einer neuen Bewerbung für das Jahr 1837 mit Erhöhung des Preises auf 100 Dukaten bestehen, und die Herren Verfasser der eingegangenen Schriften werden ersucht, diese zu weiterem Gebrauche von der Akademie zurückzunehmen. Auch die dazu gehörigen Zettel, welche die Namen der Verfasser enthalten, werden zugleich ausgehändigt, und diejenigen Zettel, welche nicht abgefordert worden, in der Leibnitzischen Sitzung des Jahres 1836 verbrannt werden. Der äufserste Termin für die Einsendung der Preisschriften ist der 31. März 1837; über die Zuerkennung des Preises wird in der Leibnitzischen Sitzung desselben Jahres entschieden werden.

Herr Erman verkündigte hierauf zwei neue, von der physikalisch-mathematischen Klasse gestellte Preisaufgaben. Die erste, welche zu den von der Akademie nach der Reihefolge der Klassen regelmäfsig zu stellenden gehört, verlangt:

„*eine genaue anatomische Untersuchung mehrerer Würmer des süfsen und salzigen Wassers und mehrerer Eingeweidewürmer, deren Stellung im System noch nicht fest bestimmt ist, von Würmern namentlich des Gordius aqua-*

ticus oder einer andern Species von Gordius, und vorzüglich, wo möglich, des Nemertes Borlasii, mit Rücksicht auf die schon bekannte Struktur der Anguillula fluviatilis Ehrenb., der Ringelwürmer, der Planarien und der Filarien, mit neuen anatomischen Aufschlüssen über Pentastoma, irgend eine Bandwurmspecies, einen Blasenwurm und die Cerkarien."

Der äufserste Termin für die Einsendung der Abhandlungen ist der 31. März 1837, und der Preis, über welchen in der Leibnitzischen Sitzung desselben Jahres erkannt wird, 50 Dukaten. Die andere Preisaufgabe, welche nach einer besondern Stiftung aus dem Fache der Agrikultur und Agronomie entnommen werden mufs, fordert,

„dafs aus sehr vielen, häufig vorkommenden Vegetabilien Zucker dargestellt werde, wo es noch nicht mit Zuverlässigkeit geschehen ist, und dafs man genau auch die Art des darin enthaltenen Zuckers unterscheide, wefshalb zugleich kleine Mengen des dargestellten Zuckers beizulegen sind, und zwar, wenn dieser Rohrzucker ist, im krystallisirten Zustande."

Die Abhandlungen, welche zur Bewerbung eingesandt werden, müssen spätestens den 31. März 1839 eingehen; die Entscheidung über den Preis wird in der Leibnitzischen Sitzung im Julius 1839 erfolgen; der Preis ist 100 Dukaten.

Nach der Verkündigung der neuen Preisaufgabe gab Herr Böckh eine kurze Charakteristik des verewigten Freiherrn W. von Humboldt, als Mitgliedes der Akademie, indem er zugleich bemerkte, dafs die nach den Gesetzen zu haltende Gedächtnifsrede auf denselben einer späteren Sitzung vorbehalten bleibe. Herr Böckh

knüpfte hieran eine Nachricht von dem hinterlassenen, gröfstentheils bereits gedruckten, Werke des Herrn W. von Humboldt über die Kawi-Sprache, und von der dazu gehörigen Einleitung über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues und ihren Einflufs auf die geistige Entwickelung des Menschengeschlechts, in welcher der Verewigte seine Hauptansichten über die Sprache zusammengefafst hat. Zum Schlufs las Herr Böckh ein Bruchstück aus dieser Einleitung, welches von dem Charakter der Sprachen in Rücksicht auf Poesie und Prosa handelt.

Die öffentliche Sitzung der Königlichen Akademie der Wissenschaften am 6. August 1835 zur Feier des Allerhöchsten Geburtstages eröffnete der vorsitzende Sekretar Herr Encke. In seinem Vortrage zeigte er die sehr nahe gänzliche Vollendung des von des Königs Majestät durch die Allerhöchste Cabinetsordre vom 15. Oktober 1828 gnädigst befohlenen und im Herbst des Jahres 1832 begonnenen Baues einer neuen Sternwarte an, wobei er die nähere Veranlassung zu diesem neuen Beweise der Königlichen Huld und Gnade und die Art der Ausführung erwähnte. Hierauf las Herr Ehrenberg über die Struktur der Medusen und die Einheit des Planes in der thierischen Organisation. Die Gedächtnifsrede auf das verstorbene Mitglied der Akademie, Herrn Rudolphi, von Herrn Müller, seinem Nachfolger im Amte, vorgetragen, machte den Beschlufs.

Durch die Gnade Seiner Majestät des Königs empfing die Akademie die marmorne Büste des Königs Friedrichs II. zum Geschenk, welche in ihrem Sitzungssaal aufgestellt worden ist.

Von dem *Corpus Inscriptionum graecarum* ist Fasc. II des zweiten Bandes erschienen.

Von den akademischen Sternkarten sind fertig geworden Stunde 12 von Herrn v. Steinheil in München und Stunde 23 von Herrn Harding in Göttingen.

Dem Professor Gerhard wurde zur Anfertigung von Zeichnungen etruskischer Kunstdenkmale eine Unterstützung von 400 Thlr. bewilligt.

Der Reg.-Rath und Professor Graff erhielt zur Herausgabe seines althochdeutschen Sprachschatzes eine Unterstützung von 200 Thlrn.

Zum Behuf des *Corpus Scriptorum historiae Byzantinae* wurden dem Herrn Heyse in Rom für die Vergleichung des Vatikanischen Codex des Cinnamos 25 Thlr.; ferner für die zu machende Vergleichung des Pariser Codex des Skylitzes und Cedrenus 40 Thlr. bewilligt. Da für die letztere Herrn Brunet's Rechnung 400 Francs oder 110 Thlr. 7 Sgr. betrug, so wurden nachträglich noch 70 Thlr. 7 Sgr. angewiesen.

Der Geh. Reg.-Rath und Professor Böckh erhielt für die Bearbeitung des *Corpus Inscriptionum Graecarum* eine Remuneration von 400 Thlrn. Zur Anfertigung des Registers wurden 50 Thlr. angewiesen.

Zur Anfertigung eines Verzeichnisses der arabischen Handschriften der hiesigen Königl. Bibliothek wurden dem Geh. Reg.-Rath und Oberbibliothekar Wilken 300 Thlr. bewilligt.

Dem Dr. Lepsius in Paris wurde zum Behuf einer wissenschaftlichen Reise nach Italien, welche die Untersuchung der dortigen ägyptischen Alterthümer, namentlich der in der Rosellinischen Sammlung in Pisa befindlichen, zum Zweck hat, eine Unterstützung von 500 Thlrn. ertheilt.

Zur ferneren Herausgabe der akademischen Sternkarten wurde die Summe von 300 Thlrn. ausgesetzt.

Zur Anschaffung einer koptischen Schrift für die akademische Buchdruckerei wurde die Summe von 300 Thlrn. bewilligt.

Im Jahr 1835 sind ernannt worden

zu ordentlichen Mitgliedern

der physikalisch-mathematischen Klasse:

Herr *v. Chamisso*;

der philosophisch-historischen Klasse:

Herr *Steffens*,
- *Zumpt*,
- *Gerhard*;

zum Ehrenmitgliede:

der Geh. Legationsrath *Bunsen*;

zu Correspondenten

der physikalisch-mathematischen Klasse:

Herr *Becquerel* in Paris,
- *Adolphe Brongniart* in Paris,
- *Döbereiner* in Jena,
- *Dufrénoy* in Paris,
- *Graham* in Glasgow,
- *Nobili* in Florenz,
- *Achille Richard* in Paris,
- *de la Rive* in Genf,
- *Sturm* in Paris.

Gestorben sind im Jahr 1834:

Herr *Wilhelm von Humboldt*, ordentliches Mitglied der philosophisch-historischen Klasse.

- *Uhden*, desgl.
- *Levezow*, desgl.
- *Stromeyer* in Göttingen, Ehrenmitglied.
- *von Autenrieth* in Tübingen, Correspondent der physikalisch-mathematischen Klasse.
- *Nobili* in Florenz, desgl.
- *Böttiger* in Dresden, Correspondent der philosophisch-historischen Klasse.
- *von Lang* in Ansbach, desgl.
- *Hamaker* in Leyden, desgl.
- *Reuvens* in Leyden, desgl.

Verzeichnifs
der Mitglieder und Correspondenten der Akademie.

December 1835.

I. Ordentliche Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Klasse.

Herr *Grüson*.
- *Hufeland*, Veteran.
- *Alexander v. Humboldt*.
- *Eytelwein*, Veteran.
- *v. Buch*.
- *Erman*, Veteran, Sekretar.
- *Lichtenstein*.
- *Weifs*.
- *Link*.
- *Mitscherlich*.
- *Karsten*.
- *Encke*, Sekretar.
- *Dirksen*.

Herr *Poselger*.
- *Ehrenberg*.
- *Crelle*.
- *Horkel*.
- *Klug*.
- *Kunth*.
- *Dirichlet*.
- *H. Rose*.
- *Müller*.
- *G. Rose*.
- *Steiner*.
- *v. Chamisso*.

Philosophisch-historische Klasse.

Herr *Hirt*, Veteran.
- *Ancillon*, Veteran.
- *Ideler*.
- *v. Savigny*.
- *Böckh*, Sekretar.
- *Bekker*.
- *Wilken*, Sekretar.
- *C. Ritter*.
- *Bopp*.
- *v. Raumer*.

Herr *Meineke*.
- *Lachmann*.
- *Hoffmann*.
- *Eichhorn*.
- *Ranke*.
- *Graff*.
- *Zumpt*.
- *Steffens*.
- *Gerhard*.

II. Auswärtige Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Klasse.

Herr *Arago* in Paris.
- *v. Berzelius* in Stockholm.
- *Bessel* in Königsberg.
- *Blumenbach* in Göttingen.
- *Robert Brown* in London.

Herr *Gaufs* in Göttingen.
- *Jussieu* in Paris.
- *van Marum* in Haarlem.
- *Olbers* in Bremen.
- *Poisson* in Paris.

Philosophisch-historische Klasse.

Herr *Cousin* in Paris.
- *Jacob Grimm* in Göttingen.
- *Heeren* in Göttingen.
- *Gottfried Hermann* in Leipzig.
- *Jacobs* in Gotha.
- *Letronne* in Paris.

Herr *Lobeck* in Königsberg.
- *H. Ritter* in Kiel.
- *Silvestre de Sacy* in Paris.
- *v. Schelling* in München.
- *A. W. v. Schlegel* in Bonn.

III. Ehren-Mitglieder.

Herr *C. F. S.* Freih. *Stein vom Altenstein* in Berlin.
- *Bunsen* in Rom.
- *Imbert Delonnes* in Paris.
- *William Gell* in London.
- *William Hamilton* in London.
- *v. Hisinger* auf Skinskatteberg bei Köping in Schweden.
- Graf *v. Hoffmansegg* in Dresden.
- *I. F.* Freih. *v. Jacquin* in Wien.

Herr Colonel *Leake* in London.
- *Lhuilier* in Genf.
- *v. Lindenau* in Dresden.
- Gen. Lieut. Freih. *v. Minutoli* in Berlin.
- Gen. Lieut. Freih. *v. Müffling* in Münster.
- *Prevost* in Genf.
- *C.* Graf *v. Sternberg* in Prag.

IV. Correspondenten.

Für die physikalisch-mathematische Klasse.

Herr *Accum* in Berlin.
- *Biddel Airy* in Greenwich.
- *Ampère* in Paris.
- *v. Baer* in St. Petersburg.
- *Élie de Beaumont* in Paris.

Herr *Becquerel* in Paris.
- *P. Berthier* in Paris.
- *Biot* in Paris.
- *Brera* in Padua.
- *Brewster* in Edinburgh.

Herr *Adolphe Brongniart* in Paris.
- *Alexandre Brongniart* in Paris.
- *de Candolle* in Genf.
- *Carlini* in Mailand.
- *Carus* in Dresden.
- *Chevreul* in Paris.
- *Configliacchi* in Pavia.
- *Dalton* in Manchester.
- *Desgenettes* in Paris.
- *Döbereiner* in Jena.
- *Dufrénoy* in Paris.
- *Dulong* in Paris.
- *I. Dumas* in Paris.
- *Faraday* in London.
- *F. E. L. Fischer* in St. Petersburg.
- *Gotthelf Fischer* in Moskau.
- *Flauti* in Neapel.
- *Florman* in Lund.
- *Freiesleben* in Freiberg.
- *Fuchs* in München.
- *Gaudichaud* in Paris.
- *Gay-Lussac* in Paris.
- *Gergonne* in Montpellier.
- *C. G. Gmelin* in Tübingen.
- *L. Gmelin* in Heidelberg.
- *Graham* in Glasgow.
- *Hansen* in Seeberg bei Gotha.
- *Hansteen* in Christiania.
- *Hausmann* in Göttingen.
- *Herschel* in Slough bei Windsor.
- *Hooker* in Glasgow.
- *C. G. J. Jacobi* in Königsberg.
- *Jameson* in Edinburgh.
- *Ivory* in London.
- *Kielmeyer* in Stuttgard.
- *v. Krusenstern* in St. Petersburg.
- *Larrey* in Paris.
- *v. Ledebour* in Dorpat.
- *Liebig* in Giefsen.

Herr Graf *Libri* in Paris.
- *Lindley* in London.
- *v. Martius* in München.
- *Möbius* in Leipzig.
- *Mohs* in Wien.
- *von Moll* in Dachau bei München.
- *van Mons* in Löwen.
- *F. E. Neumann* in Königsberg.
- *Nitzsch* in Halle.
- *Oersted* in Kopenhagen.
- *v. Olfers* in Berlin.
- *Otto* in Breslau.
- *Pfaff* in Kiel.
- *Plana* in Turin.
- *Poncelet* in Metz.
- *de Pontécoulant* in Paris.
- *de Prony* in Paris.
- *Purkinje* in Breslau.
- *Quetelet* in Brüssel.
- *Rathke* in Königsberg.
- *Achille Richard* in Paris.
- *de la Rive* in Genf.
- *Aug. de Saint-Hilaire* in Paris.
- *v. Schlechtendal* in Halle.
- *Schrader* in Göttingen.
- *Schumacher* in Altona.
- *Marcel de Serres* in Montpellier.
- *v. Stephan* in St. Petersburg.
- *v. Struve* in Dorpat.
- *Sturm* in Paris.
- *Tenore* in Neapel.
- *Thénard* in Paris.
- *Tiedemann* in Heidelberg.
- *Tilesius* in Mühlhausen.
- *G. R. Treviranus* in Bremen.
- *L. C. Treviranus* in Bonn.
- *Trommsdorff* in Erfurt.
- *Vigors* in London.
- *Wahlenberg* in Upsala.

Herr *Wallich* in Calcutta.
- *E. H. Weber* in Leipzig.
- *W. E. Weber* in Göttingen.

Herr *Wiedemann* in Kiel.
- *Wöhler* in Göttingen.
- *Woltmann* in Hamburg.

Für die philosophisch-historische Klasse:

Herr *Avellino* in Neapel.
- *Beigel* in Dresden.
- *Brandis* in Bonn.
- *Bröndsted* in Kopenhagen.
- *Cattaneo* in Mailand.
- *de Chambray* in Pougues im Dep. de la Nièvre.
- Graf *Clarac* in Paris.
- *Constantinus Oeconomus* in Griechenland.
- *Degerando* in Paris.
- *Delbrück* in Bonn.
- *v. Frähn* in St. Petersburg.
- *Freytag* in Bonn.
- *Fries* in Jena.
- *Del Furia* in Florenz.
- *Gesenius* in Halle.
- *Göschen* in Göttingen.
- *Wilh. Grimm* in Göttingen.
- Freih. *v. Hammer-Purgstall* in Wien.

Herr *Hase* in Paris.
- *van Heusde* in Utrecht.
- *v. Hormayr* in Hannover.
- *Jomard* in Paris.
- *v. Köhler* in St. Petersburg.
- *Kosegarten* in Greifswald.
- *Kumas* in Smyrna.
- *Linde* in Warschau.
- *Mai* in Rom.
- *Meier* in Halle.
- *K. O. Müller* in Göttingen.
- *Mustoxides* in Corfu.
- *C. F. Neumann* in München.
- *Et. Quatremère* in Paris.
- *Raoul-Rochette* in Paris.
- *Rosellini* in Pisa.
- *Rosen* in London.
- *Schömann* in Greifswald.
- *Simonde-Sismondi* in Genf.
- *Thiersch* in München.

Gedächtnifsrede

auf

CARL ASMUND RUDOLPHI.

[In der öffentlichen Sitzung vom 6. August 1835 von Hrn. Müller gelesen.]

Der Mann, von dem ich die Ehre habe, heute in der Akademie der Wissenschaften zu reden, war einer jener in der Geschichte der Naturwissenschaften seltener gewordenen Gelehrten, bei denen eine gleich gründliche und erfolgreiche Bildung in mehreren verschiedenen Zweigen der Naturwissenschaften mit einer seltenen Gelehrsamkeit in diesen Fächern zusammentraf. Wäre er auf der Bahn seiner Entwickelung in der Blüthe seiner Kraft abgerufen worden, so würde es uns schwer sein zu sagen, ob er in der äufsern Naturgeschichte der organischen Körper oder in ihrer innern Naturgeschichte, der Anatomie, gröfser gewesen, ob er in der Anatomie der Pflanzen oder der Thiere trefflicheres geleistet habe. Diese ursprüngliche Vielseitigkeit seiner Bildung hat, als eine bei dem Wachsthum der Wissenschaften nothwendige Beschränkung und eine Stellung der ausgedehntesten Wirksamkeit seine Thätigkeit für immer der Naturgeschichte und Anatomie der thierischen Körper zuwandte, auch seine späteren Arbeiten beseelt und ihnen eine Frische gegeben, die man öfter in den Schriften der Anatomen vermifst.

Carl Asmund Rudolphi, Königlicher Geheimer Medicinalrath, Professor der Anatomie und Physiologie an der Friedrich-Wilhelms-Universität und an der medicinisch-chirurgischen Militair-Academie, Director des anatomischen Museums und anatomischen Theaters, Mitglied der wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen, Mitglied der Akademien der Wissenschaften zu Berlin, Stockholm, Petersburg und Neapel, Ritter des rothen Adler-Ordens dritter Klasse und des Schwedischen Nordsternordens, ist zu Stockholm den 14ten Juli 1771 geboren, wo sein Vater, aus dem Magdeburgischen gebürtig, Conrector der deutschen Schule war. Über

seine früheren Lebensumstände hat er selbst einen Aufsatz hinterlassen, welchen Herr Link in der medicin. Zeitung des Vereins für Heilkunde in Preufsen 1833 N. 4 mitgetheilt und welchem dieser Gelehrte, der Rudolphi am nächsten stand, das hinzugefügt hat, was Rudolphi den Lebenden auszufüllen übrig gelassen. Beiderlei Mittheilungen habe ich öfter benutzt. Seine erste Bildung erhielt Rudolphi auf der deutschen Schule in Stockholm und auf dem Gymnasium in Stralsund; in den Jahren 1790 bis 94 studirte er auf der Universität zu Greifswald, wo er schon mit besonderem Fleifse der Botanik sich hingab. Von seinen dortigen Lehrern sprach Rudolphi immer mit der gröfsten Pietät. Die philosophische Doctorwürde erlangte er daselbst im Jahre 1793, nachdem er prophetisch für seine Laufbahn seine Dissertation *observationes circa vermes intestinales* vertheidigt. Im Jahre 1794 besuchte er Jena und dort die Vorlesungen von Hufeland und Batsch und im Frühling des folgenden Jahres machte er eine botanische Reise über Dresden, Karlsbad, Erlangen, Fulda, Göttingen, den Harz und nach Greifswald, wo er nach vertheidigter Inauguraldissertation *observationes circa vermes intestinales, pars secunda* die medicinische Doctorwürde erhielt. Seit 1793 war er Privatdocent in der philosophischen Facultät zu Greifswald und 1796 wurde er Privatdocent in der medicinischen Facultät. Im Winter desselben Jahres ging er nach Berlin, um sich im Seciren zu üben und im folgenden Jahre wurde er Adjunct der medicinischen Facultät und Prosector. Im Herbste 1801 reiste er abermals nach Berlin um sich für die Thierheilkunde auszubilden, deren Professur ihm am Veterinär-Institut zu Greifswald übertragen wurde. Dort wirkte er bis zum Jahre 1810, nachdem er 1808 zum ordentlichen Professor der Medicin ernannt worden. In diese Zeit fallen einige seiner wichtigsten Schriften.

Im Jahre 1802 gab Rudolphi seine anatomisch-physiologischen Abhandlungen heraus. Er schrieb dies Werk nach dem Tode seiner ersten Gattin in einer sehr bewegten Gemüthsstimmung. Als ich dies Buch schrieb und oft aufspringen und mich ausweinen mufste über die, die mir so frühe voranging, beginnt der edle Mann eine handschriftliche Bemerkung aus viel späterer Zeit, die er in sein Exemplar von jenem Buch geschrieben. Rudolphi theilt in diesem Werk aufser einigen neuen Schriften auch Bemerkungen über früher von ihm besprochene Gegenstände mit. Er handelt zuerst von verschiedenen Theilen des

Auges, wo er beweist, dafs die *Zonula* ein von der Netzhaut verschiedenes Gebilde sei, von der Durchkreuzung der Sehnerven bei den Fischen, von der Structur der Zähne, der Gehirnhöhlen, von den bewohnten und unbewohnten Hydatiden, vom Athemholen der Frösche, vom Bau der Darmzotten und der Peyerschen Drüsen. In der letzten Abhandlung beschreibt er bei vielen Thieren die Varietäten des äufsern Baues der Peyerschen Drüsen, die man noch vor nicht langer Zeit als zufällige und krankhafte Vorkommenheiten dargestellt hatte. Wie richtig er hier gesehen, beweist die Wichtigkeit, welche dieser Gegenstand in der neuern Zeit erlangt hat. Rudolphi hatte sich auf den innern Bau der räthselhaften Körper nicht eingelassen, den er vielleicht allein damals aufklären konnte. Erst nachdem die *Cholera* und der *Typhus abdominalis* Viele bei der Unkenntnifs des Wesens dieser Gebilde überrascht, die Rudolphi gleichsam von neuem in die Wissenschaft eingeführt hatte, ist die Erforschung ihres innern Baues so sehr Bedürfnifs geworden.

Durch seine Arbeit über die Darmzotten nahm Rudolphi eine noch bedeutendere Stelle unter den Anatomen ein, welche sich mit der Structur der Gewebe beschäftigt haben; und wenn auch Rudolphi den Zotten die Gefäfse absprach und zu allgemein das Dasein der Zotten bei den Fischen läugnete, so haben seine Beobachtungen doch die Irrthümer der Älteren in Hinsicht der sichtbaren Öffnungen dieser Theile gezeigt; auch hat er das *Epithelium* der Darmzotten schon deutlich in einigen Fällen nachgewiesen und durch die Erforschung der Variationen im Vorkommen dieser Organe den physiologischen Hypothesen eine Grenze gesetzt. Rudolphi blieb fast durchgängig bei den in diesem Werk niedergelegten Ansichten. In seinem Exemplar des fraglichen Buchs befindet sich die handschriftliche Bemerkung: *Librum duodecim annis elapsis legi anatomicus duodecies melior ac tum temporis eram, plurima tamen probo.*

Im Jahre 1802 machte Rudolphi eine Reise durch einen Theil von Deutschland, Holland, Frankreich und gab seine Bemerkungen hierüber aus dem Gebiete der Naturgeschichte, Medicin und Thierarzneikunde 1804 heraus. Diese Reise entwickelt eine bewunderungswürdige Fülle von Kenntnissen in der Botanik, Zoologie, pathologischen Anatomie und Thierheilkunde und ist durch die vielen interessanten Bemerkungen, welche durch das Zusammentreffen eines so kenntnifsreichen Mannes mit den ersten Ge-

lehrten von Deutschland, Holland und Frankreich veranlafst wurden, ungemein schätzbar. Von allen seinen Schriften sind diese Bemerkungen, die Beiträge zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte und die Physiologie am meisten geeignet, denjenigen, welche Rudolphi nicht persönlich kannten, seinen Charakter aufzuschliefsen. Wer sollte nicht den Mann mit dem billigen, gewiegten Urtheil, den unbefangenen, offenen, geraden, der Erforschung der Realitäten gewidmeten Sinn lieben lernen, der überall einen richtigen Tact gegen das Unfruchtbare und die phantastische Richtung hat, der er hie und da begegnet. Wie wohlwollend und doch wie richtig sind seine Urtheile, wie interessant ist, was er über die damaligen Ärzte und Anstalten am hiesigen Orte sagt und wie anziehend ist sein Zusammentreffen mit Brugmans, Cuvier, Tenon, Richard, Gall, bis auf den wunderlichen Beireis geschildert, dessen Zeichnung nicht weniger interessant ist als die von Goethe gegebene. Rudolphi's Werk enthält so ausführliche Notizen über das was er gesehen, dafs es noch jetzt bei der Benutzung der Anstalten des Auslandes werthvoll ist.

Wie vielseitig Rudolphi's Kenntnisse in der Botanik waren, beweisen theils seine zerstreuten Bemerkungen in dieser Reise, theils verschiedene Aufsätze, vor Allem aber seine im Jahre 1807 erschienene Anatomie der Pflanzen. An dieser Stelle wird jeder lieber meinen Collegen Herrn Link als mich selbst reden hören. Er war so gütig mir über Rudolphi's botanische Studien das Folgende mitzutheilen.

Rudolphi wurde von Weigel in Greifswald zur Botanik angeleitet und er verband diese Wissenschaft so mit dem anatomischen Studium, wie vormals Haller, dessen Vorbild überhaupt sehr auf ihn wirkte. Er sammelte fleifsig, beobachtete im Garten zu Greifswald, erhielt durch kaufmännische Verbindungen Pflanzen aus Barzellona und von einem Freunde Pflanzen aus Lissabon. *Ornithogalum Rudolphii* im Greifswalder Garten als neu beschrieben hat noch seinen Namen. Seine Pflanzenbeschreibungen stehen in Schrader's Journal. Wildenow nannte nach ihm eine Pflanzengattung aus der natürlichen Ordnung der Leguminosen, die in unserm Garten seit langer Zeit war und noch ist. Sprengel machte ihn auf die Anatomie der Pflanzen durch seine Anleitung aufmerksam und als die Göttinger Societät eine Preisfrage darüber aufwarf, arbeitete er daran. Der Preis wurde zwischen ihm und seinem Freunde Link getheilt. Sie hat-

ten beide vorher darüber oft aneinander geschrieben. Die Untersuchung des Zellgewebes ist bei ihm der schwächste Theil; doch erklärt er sich bestimmt und mit seiner gewohnten Lebhaftigkeit gegen Mirbel's Lehrsystem, der auf seine vorgeblich deutlich zu sehenden Löcher in den Wänden der Zellen und Gefäfse die ganze Physiologie der Pflanzen gründete. Die Beschreibung der Tracheen ist genauer; er hält sie für Nahrungsgefäfse. Aber noch immer wahrhaft classisch und die Grundlage unserer Kenntnisse darüber sind seine Untersuchungen über die Spaltöffnungen, Poren, *Stomatia,* auf den grünen Theilen, worauf er eine grofse Menge Gewächse untersucht hat. Dieser gleich steht seine Untersuchung über die Luftbehälter in den Pflanzen, die so gut noch nie wieder geliefert ist. Er hat endlich die sonderbaren gestrahlten Körper in den Zellen der Nymphaeen und anderer Wasserpflanzen wieder aufgesucht, und die besten Beobachtungen darüber gegeben, die wir noch jetzt haben.

Indefs der Ruf, den Rudolphi 1810 an einen viel gröfsern Wirkungskreis hieher erhielt, entfernte ihn für immer von den botanischen Studien. Als Professor der Anatomie und Physiologie, Director der anatomischen Anstalten, Mitglied der wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen und der Akademie der Wissenschaften hat er nun 22 Jahre für die Anatomie und Physiologie in der ruhmvollsten Thätigkeit gewirkt.

Walter war als practischer Anatom unübertrefflich gewesen und auch durch seine Schriften nimmt er den Rang unter den ersten Anatomen ein; aber die mikroskopische Anatomie, in welcher sich Rudolphi frühe ausgezeichnet hatte, war Walter fremd geblieben; er hatte so viel mit blofsen Augen geleistet, dafs er die Anatomie beinahe für vollendet hielt und doch ist hier so viel mit blofsen Augen zu entdecken. Die vergleichende Anatomie umfafste Walter nicht und Rudolphi mufste der Universität und sich das Material erst schaffen. Vor Rudolphi fand sich für vergleichende Anatomie aufser den Präparaten der Thierarzneischule und einigem, was Privateigenthum war, nichts vor. Als die Waltersche Sammlung 1803 von Sr. Majestät dem Könige angekauft wurde, enthielt sie 3071 Präparate gröfstentheils aus der menschlichen Anatomie. Von dieser Zeit bis 1810 unter Walter's Direction vermehrte sich die Sammlung noch um 162 Präparate; unter Rudolphi's Direction vermehrte sie sich um 3964 Präparate. Zugleich enthielt das Magazin mehrere Tausend Gegenstände, wovon ein grofser Theil

schon präparirt war, aber dermalen wegen der Ausgaben nicht aufgestellt werden konnte (¹). Rudolphi hat also in der Zeit seines Wirkens das zootomische Museum von Grund aus geschaffen, und wenn diese Sammlung noch nicht mit den Museen von Paris und Leyden in Hinsicht der Skelete sich messen darf, so kann sie doch in Hinsicht der Präparate von weichen Theilen den ersten Sammlungen des Auslandes sich schon vergleichen; für menschliche und pathologische Anatomie ist unsre Sammlung unter den vorzüglichsten ausgezeichnet. Man mufs übrigens bedenken, dafs das Museum erst seit 1803 als öffentliche Anstalt besteht, dafs die Sammlung erst seit der Gründung der Universität (1810) sich auf vergleichende Anatomie ausgedehnt hat, dafs unsere Mittel für Zootomie beschränkter sind als die von London, Paris und Leyden und dafs unsere Handelsverbindungen so sehr geringe sind. Eine seefahrende Nation ist in dieser Hinsicht im Besitz aufserordentlicher Vortheile und es erregt unsere gerechte Bewunderung, wenn der Pflanzengarten von Paris mit seinen mineralogischen, botanischen, zoologischen und anatomischen Sammlungen acht Reisende in den entlegensten Weltgegenden unterhält (²).

Rudolphi erwarb sich in Berlin durch sein Lehrertalent und durch seine persönlichen Eigenschaften bald eine grofse Anerkennung und wie durch seine Schriften so war er als Lehrer eine der ersten Zierden der Universität. Welchen Impuls er namentlich dem Studium der vergleichenden und pathologischen Anatomie hier gegeben, beweisen die vielen guten Inauguralschriften dieses Inhaltes, welche theils merkwürdige Präparate des anatomischen Museums beschrieben, theils solche veranlafst haben. Man hat

---

(¹) Durch Aufstellung der sehr vielen Präparate, die schon unter Rudolphi gefertigt waren, die er aber nicht mehr hatte aufstellen können, und der seit jener Zeit neu gefertigten Präparate, ist die Zahl der Gegenstände jetzt auf 11000 gestiegen, wobei nur die ganzen Gegenstände gezählt und die sehr zahlreichen Materialien des Magazins (gegen 3000) nicht mitgezählt sind. Die Präparate aus der vergleichenden Anatomie der Menschen-Raçen belaufen sich auf 214 Nummern, worunter 16 Skelete aufsereuropäischer Raçen und 134 Raçenschädel. Die osteologische Sammlung von Wirbelthieren umfafst 434 ganze Skelete von Säugethieren, 336 von Vögeln, 154 von Amphibien, 279 von Fischen. Die pathologisch-anatomische Sammlung ist besonders reich an angebornen Misbildungen, an Knochenkrankheiten und specifisch bestimmten Geschwülsten.

(²) *Rapport sur les besoins du museum d'histoire naturelle pour l'année* 1835, *presenté au ministre de l'instruction publique. Paris* 1834.

bei den gröfsten Gelehrten öfter eine Zurückgezogenheit bemerkt, die sie hinderte, ihre Methoden Anderen mitzutheilen, und Talente auszubilden, fähig sie zu ersetzen. Rudolphi hatte in dieser Hinsicht grofse Verdienste; nicht seine Lehren allein, auch sein Eifer gingen auf seine Schüler über. Er war den Jüngern leicht zugänglich, und wenn man sich mit Empfehlungen keinen besondern Vorschub bei ihm verschaffte, so fand doch Jeder, der sich durch gute Eigenschaften empfahl, ohne alle Introduction Eingang zu Allem was er hatte. Studirende, hiesige und fremde Ärzte und Naturforscher wurden in seiner Bibliothek einheimisch; und da er die Jüngern durch seinen Unterricht anzog, durch seinen Rath aufmunterte und durch seine Bibliothek, durch die Hülfsmittel des anatomischen Museums und dessen was er selbst gesammelt, mit der Liberalität eines Banks unterstützte, so fehlte es nicht an eifrigen Schülern, die sich unter seiner besonderen Leitung für die Anatomie ausbildeten. Sein Enthusiasmus für die Wissenschaft, seine Wahrheitsliebe, sein edler und uneigennütziger Character, seine kräftige Opposition gegen falsche Richtungen zogen unwiderstehlich an. Solche Eigenschaften machen bei einem Lehrer auf das jugendliche Gemüth einen unvertilgbaren und das ganze Leben dauernden Impuls, und nie werde ich den Eindruck vergessen, den Rudolphi auf mich gemacht; er hat meine Neigung zur Anatomie zum Theil begründet und für immer entschieden. Ich habe anderthalb Jahre seinen Unterricht, seinen Rath, seine väterliche Freundschaft genossen, als ich fortging beschenkte er mich mit mancherlei wissenschaftlichen Hülfsmitteln; seine Theilnahme hat mich auch später begleitet, wenn unsere Ansichten auch öfter sehr abwichen und er nicht gerne sah, dafs ich mich mit dem abstracteren Gebiet der Sinnesphysiologie beschäftigte und lieber mit solchen Untersuchungen in der Anatomie der Sinnesorgane, wie die über die Augen der Insecten und Spinnen mich beschäftigt sah. Mit seinem Prosector und seinen Collegen stand Rudolphi in dem freundlichsten Verhältnifs. Wie hochachtungsvoll er sich gegen Knape, seinen nächsten Collegen im Fache der Anatomie, benahm, mufste jeden einnehmen. In der Facultät, im Senat hat sich Rudolphi durch seinen Antheil an den Geschäften, durch sein richtiges und mit Entschiedenheit kräftig ausgesprochenes Urtheil unvergefslich gemacht, und seine trefflichen Arbeiten machten seine Stellung in der wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen, die er bald nach seiner Ankunft in Berlin antrat, gewichtig und einflufsreich.

Im Jahre 1812 gab Rudolphi seine Beiträge zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte heraus. Die darin enthaltene Biographie von Pallas, die Aufsätze über die Eintheilung der Thiere nach dem Nervensystem, über die Verbreitung der organischen Körper, über die Schönheitsverhältnisse zwischen beiden Geschlechtern gehören zu dem Anziehendsten, was er geschrieben. In der Eintheilung der Thiere ging Rudolphi von dem anatomisch-physiologischen Princip und demjenigen Organsystem aus, das am meisten formgebend für alle übrigen ist, von dem Nervensystem. Die Wirbelthiere mit dem Spinalsystem nennt er *Notoneura,* auch *Diploneura,* wegen des gleichzeitigen Vorkommens des Spinal-Nervensystems und des *Nervus sympathicus.* Eine zweite Abtheilung nennt er *Gastroneura* oder *Myeloneura;* bei ihnen liegt der Nervenstrang am Bauch, in der dritten Abtheilung umfafst er die Thiere mit zerstreuten Ganglien, in der vierten diejenigen, deren Nervensystem zur Zeit noch unbekannt ist, *Cryptoneura.* Wenn auch viele Wirbellose das System der Bewegungs- und Empfindungsnerven und das der organischen Nerven besitzen, auch beide Nervensysteme durch die ganze Thierwelt verbreitet sein mögen, so ist doch das Princip der Eintheilung treffend und es bringt uns die Hauptabtheilungen der Thiere, freilich nicht der niedersten, in durchgreifenden Verschiedenheiten zur Anschauung.

Die gröfsten Verdienste hat sich Rudolphi durch seine Arbeiten über die Naturgeschichte der Eingeweidewürmer erworben. Wenn die Geschichte der Naturwissenschaften einst nur bei den Namen der Entdecker verweilt, derjenigen, welche wichtige Thatsachen gefunden, aus denen viele andere erklärt werden, welche uns die Fülle der Formen und den Bau ganzer Klassen der Naturkörper aufgeschlossen und welche die Principien für die Ordnung derselben gefunden und glücklich angewandt, so ist Rudolphi's Namen allein durch seine Arbeiten über die Entozoen unsterblich. Linné hatte in der 12ten Ausgabe des *Syst. nat.* nur 11 Arten Eingeweidewürmer aufgeführt, Gmelin in der 13ten Ausgabe 299, Zeder 391. Rudolphi's erstes grofses Werk über die Eingeweidewürmer, *Entozoorum historia naturalis,* welches noch vor seinem Abgang nach Berlin 1808 bis 1810 in 3 Bänden erschien, enthält die Beschreibung von 603 gröfstentheils genau bestimmten Arten. Diese Zahl hat er durch eigene Forschungen, vorzüglich auf einer Reise nach Italien, die er 1817 hauptsächlich wegen der Eingeweidewürmer machte, ferner durch die Benutzung der Mittheilungen seines

geliebten Freundes Bremser, durch die Sendungen der Herren v. Olfers und Natterer aus Brasilien in seinem spätern Werke *Entozoorum synopsis,* das 1819 zu Berlin erschien, fast um das Doppelte vermehrt. Hierin beschrieb er 552 genau bestimmte und 441 zweifelhafte, im Ganzen 993 Arten.

Über die Anatomie der Eingeweidewürmer hat Rudolphi schon viele schätzbare Beobachtungen mitgetheilt und was er zum Vortheil der *generatio aequivoca* sagt, ist jetzt noch fast das einzige, wohin sich die Vertheidigung dieser Lehre zurückziehen kann. Rudolphi's Classification hat sich auch immer noch als die bewährteste erhalten. Die Anatomie hat hier zwar, namentlich durch Mehlis, grofse Fortschritte gemacht; aber sie hat uns nicht berechtigt, diese an sich so verschiedenen Thiere in schon vorhandene Abtheilungen der übrigen zu vertheilen, daher es bei dem heutigen Zustand der Wissenschaft am zweckmäfsigsten sein dürfte, die natürlichen Gruppen von Würmern des süfsen und salzigen Wassers und der Binnenwürmer einfach nebeneinander hinzustellen, so dafs die Annulaten, die Turbellarien von Ehrenberg, die Nematoideen von Rudolphi, die Trematoden desselben, die Tänien nebeneinander stehen, gleichviel ob eine dieser anatomisch verschiedenen Gruppen in oder aufser dem thierischen Körper wohnt. Ein Punkt, worin ich Rudolphi nicht beistimmen kann, ist seine Trennung der Cestoideen und Blasenwürmer. Sie zeigt sich schon bei näherer Betrachtung der Tetrarhynchen und der ihnen ähnlichen Anthocephalen, welche letztere Rudolphi unter die *Cystica* versetzte, unstatthaft. Diese Abtheilung der Blasenwürmer enthält Thiere, die nicht ähnlicher einander sind, als die Blasenwürmer den Cestoideen überhaupt sind. Die längeren bandwurmförmigen Arten der *Cysticercus* (*C. fasciolaris*) machen den Übergang von den Cestoideen zu den übrigen Blasenwürmern. Die Köpfe der *Coenurus, Echinococcus* sind bandwurmförmig und die jetzt unter den Cestoideen sich befindenden Tetrarhynchen haben abgesehen von den Rüsseln manche Ähnlichkeit mit den *Echinococcus,* obgleich sie nicht in Blasen leben und in Blasen entarten. Daher hat schon Wiegmann bemerkt, dafs die *Cystica* die Grubenköpfe und Bandwürmer wiederholen und als unausgebildete Formen derselben angesehen werden können. Nach meiner Meinung müssen die Cestoideen und *Cystica* in eine Ordnung kommen und 2 Abtheilungen darin bilden. Was man von der Entwicklung der Bandwürmer kennt, ist dieser Stellung günstig, indem mehrere Bandwürmer nach Mehlis im Ju-

gendzustande nur aus dem Kopftheil bestehen. Diejenige scheinbare Zusammensetzung, welche aus der Gliederung hervorgeht, kann in beiden Abtheilungen stark oder fast gar nicht ausgebildet sein. Bei den Bandwürmern bezieht sie sich auf die Vervielfältigung von Leibesgliedern und Geschlechtstheilen. Einige *Cystica* hingegen, die *Coenurus* und *Echinococcus* erscheinen als wirkliche zusammengesetzte Thiere, mit gemeinsamem Stamm (Blase) und vielen Köpfen.

Wenn wir uns in diesen verwandtschaftlichen Verhältnissen jetzt leichter zurecht finden, so verdanken wir das eben Rudolphi. Er hat die Ordnung und das Maafs in diese neue Fauna der Natur gebracht, indem er gleichsam einen neuen Welttheil der Naturgeschichte in allen Beziehungen erforscht und gemessen hat. Selten haben Deutsche das Glück gehabt, in vaterländischen Unternehmungen die Naturkörper fremder Welttheile zu erforschen. Forster, Pallas, Lichtenstein, Tilesius, Kuhl wurden in die Ferne geführt, indem sie sich Unternehmungen des Auslandes anschlossen. Diese Beschränkung, in die wir durch unsere geographische Lage versetzt sind, hat hinwieder unserm Geist eine bestimmte Richtung auf das Verborgene der Gegenwart gegeben und hat uns desto gröfser in der Erforschung einer Welt von verborgenen Bewohnern unserer heimathlichen Geschöpfe, in der Erforschung der Structur der Naturkörper und ihrer innern Lebensvorgänge gemacht.

In seinen naturhistorischen Arbeiten verband Rudolphi die Methode von Linné und von Pallas. Seine Diagnosen sind einfach, kurz und bestimmt wie die des grofsen Schweden; in seinen ausführlichen Beschreibungen nimmt er überall auf die Anatomie Rücksicht. In seinen Arbeiten über die Eingeweidewürmer, über *Balaena rostrata* und *longimana*, über *Rana pipa* und in anderen osteologischen Monographien, in den Schriften über die electrischen Fische, deren Nerven und Organe er genauer als einer seiner Vorgänger kennen lehrte, in den Aufsätzen über den Orang Utang, über den Embryo der Affen sieht man diese Verknüpfung des naturhistorischen und anatomischen Interesses; charakteristische Naturbeschreibung erscheint auch in seiner Physiologie wieder und was er von den Raçen der Menschen und von den geistigen Eigenschaften der beiden Geschlechter sagt, kann als ein Muster naturhistorischer Behandlung dieser Gegenstände dienen.

Die Schriften der Akademie der Wissenschaften enthalten von Rudolphi eine Reihe schätzbarer Abhandlungen. Die vergleichend-anatomischen sind theils osteologisch, wie einige der erwähnten, theils neurologisch, wie die Arbeiten über den electrischen Aal und Wels und die Beobachtungen über den sympathischen Nerven, worin er den von Sömmering nur angedeuteten mit der *Arteria vertebralis* verlaufenden Theil des *Sympathicus* beschreibt; theils myologisch wie die Abhandlung zur Anatomie des Löwen. Unter seinen Arbeiten in der pathologischen Anatomie hebe ich besonders die über den Wasserkopf und über die aus einem blofsen Kopfe bestehende menschliche Frucht hervor. Bei dem letzteren Fall, wozu ich vor 2 Jahren ein Gegenstück erwarb, zeigte er zuerst, wie dergleichen Früchte ohne Herz, die so viele Hypothesen veranlafst, ernährt werden, indem jener Kopf mit der Nabelschnur eines zweiten vollkommenen Fötus verbunden und seine Gefäfse Äste der Nabelgefäfse waren, wie sich dies auch in unserem Fall wiederholte. Seine Abhandlung über den Wasserkopf des Embryo scheint mir noch wichtiger, indem sie mannigfaltige angeborne Defecte in der Ausbildung des Gehirns und Schädels als aus derselben Quelle fliefsend erklärt. Mich wundert, dafs Rudolphi, der viele Facta der pathologischen Anatomie hier unter dasselbe Gesetz brachte, die Idee einer secundären Zerstörung oder Hemmung der Entwicklung nicht auch zur Erklärung anderer Defecte anwandte, da er sie so auslegte, dafs der Keim nur zur Bildung eines Kopfes, Fufses u. s. w. hingereicht habe. Von einem in frühester Zeit rachitischen Embryo, an dem der Kopf so grofs als der ganze übrige Körper ist, ist es nicht weit bis zur unvollständigen Entwicklung der ganzen untern Hälfte und bis zur Insertion des Nabelstranges unter dem Kopfe. Die Abhandlung vom Hermaphroditismus zeichnet sich durch Gelehrsamkeit und Scharfsinn gleich sehr aus. Rudolphi betrachtet diese Erscheinung unter dem allgemeinsten Gesichtspunkt und geht sie in den mehrsten Thierklassen durch. Die gewöhnlichen sogenannten hermaphroditischen Bildungen, welche nichts anders als Hemmungsbildungen der männlichen oder progressive Metamorphosen der weiblichen Genitalien sind, schliefst er mit Recht aus; beschreibt aber einen seltnen wirklichen hermaphroditischen Fall vom Menschen, in welchem einerseits Hoden und *Ductus deferens,* anderseits *Uterus* und *Tuba* vorhanden waren. Dieser Fall ist sehr merkwürdig, obgleich ich mich nicht von der Existenz eines Eierstocks auf der weiblichen Seite, den Ru-

dolphi annahm, überzeugen konnte. Wie in der Regel die Anatomen thun, so legte Rudolphi auf jede Abweichung in der Bildung des thierischen und menschlichen Körpers einen grofsen Werth. Wenn man gewohnt ist Alles mit der Schärfe der Sinne aufzufassen und sein Fach enthusiastisch lieb hat, so geräth es einem oft so; mag man auch zuweilen das Sonderbare überschätzen, die Abweichung von der Regel kann auch zur Erkenntnifs des Gesetzes führen, das über der Regel ist. Cuvier, dem die pathologische Anatomie fremd war, konnte den pathologisch-anatomischen Einzelheiten keinen Geschmack abgewinnen, und es ist sehr charakteristisch was Cuvier einst Rudolphi erwiederte, als dieser ihn in Paris von seltenen pathologisch-anatomischen Merkwürdigkeiten unterhielt: *Mais ce n'est qu'accidentel.* Rudolphi erzählt es selbst in seinen Reisebemerkungen. Man mufs übrigens gestehen, Cuvier's Landsleute haben, abgesehen von der Theorie der angebornen Misbildungen, worin die Deutschen so viel gethan, aus der Bearbeitung des Accidentellen für die Arzneikunde das Meiste zu machen gewufst. Diese Verknüpfung der practischen Arzneikunde und der Anatomie mufste in einem Lande entstehen, wo Bichat aufstand und die Gesetze der gesunden und kranken Gewebe entwickelte.

Übrigens war Rudolphi für alle Zweige der Anatomie gleich eifrig. Oft sprach er sich aus, dafs man in einem Zweig derselben nicht hinreichend ausgebildet sein und nicht leicht etwas Grofses leisten könne, ohne mit allen übrigen Zweigen vollständig vertraut zu sein. Sichere Kenntnisse in der Zoologie sind hinwieder zur fruchtbaren Bearbeitung der vergleichenden Anatomie nöthig. Daher verlangte er, dafs die Anatomen menschliche, vergleichende, pathologische Anatomie zugleich, wenn auch nicht alle Zweige mit gleicher Liebe, umfassen, und zuweilen äufserte er sich sehr tadelnd, wenn er aus dürftigen Studien oder aus einseitigen Kenntnissen oder Unkenntnifs in einem jener Fächer Fehler bei den Anatomen hervorgehen sah.

Rudolphi war ein Gegner der eine Zeit lang herrschend gewesenen Art der Naturphilosophie. Bei jeder Gelegenheit äufserte sich Rudolphi auf das Kräftigste gegen eine mit misverstandener Philosophie verbundene Art der Naturstudien, welche sich lange ziemlich anspruchsvoll durch Mangel an einer exacten Methode und durch gewaltsame Tendenz zum Allgemeinen aussprach. Rührend ist was Rudolphi hierüber in Pallas Biographie zur Warnung der Jüngeren sagt und kann seine Wirkung nicht verfehlen; und

eben so merkwürdig sind seine Äufserungen in dem von ihm bearbeiteten Artikel Anatomie im encyclopädischen Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften. Dafs er dabei eine auf Erkenntnifs der Bildungsgesetze gerichtete vergleichende Anatomie anerkannte, läfst sich nicht bezweifeln. Sowohl in jenem Aufsatz als in seinen Vorlesungen sprach er sich für die Existenz von ein Paar Wirbeln im Schädel aus und tadelte nur den Misbrauch mit dieser Idee, die, gelegentlich sei es gesagt, weder Goethe, noch Oken, noch Dumeril zuerst geäufsert oder in Schriften aufgestellt, sondern J. P. Frank in seinem Werk *de curandis hominum morbis* 1792 lib. II. p. 42 so glücklich war, kurz hinzuwerfen. Wenn Rudolphi bei seinen Arbeiten auf dergleichen Fragen wenig einging, so mochte es gröfstentheils daran liegen, dafs ihm die willkührliche Art, wie die Naturphilosophie diese Gegenstände behandelt, die Sache überhaupt verleidet hatte. Es hat mir jedoch zuweilen geschienen, als wenn Rudolphi auf diese Erkenntnifs der Bildungsgesetze in der Anatomie zu wenig Werth gelegt. Die Entdeckung, dafs alle Embryonen frühzeitig Kiemenbogen am Halse haben, sagte seinen Ideen gar nicht zu; er vermuthete Täuschung und berief sich auf andere Erklärungen. Eine ganze Zeit lang stellte er Brütversuche an; die Resultate fielen nicht gerade zum Vortheil der Idee der Kiemenbogen aus; aber es war doch mancherlei bei diesen Versuchen gesehen worden, welches eine viel gröfsere Übereinstimmung des Fötuszustandes der Vögel mit dem der Fische zeigte, als man erwartet haben mochte. Die Idee, dafs der Mensch bei der Entwicklung die übrigen Thierstufen durchlaufe, war ihm zuwider und darin hatte er Recht. Die Existenz der Kiemenbogen am Halse der Embryonen hätte indefs Rudolphi nicht beunruhigen können, wenn er mit der Idee des Durchlaufens der Thierstufen nicht vielleicht auch die der Einheit des Plans in den Classen der Wirbelthiere verworfen hat. Wie sich nun Rudolphi diese allerdings vorhandenen Bogen und Spalten am Halse der Embryonen erklärte, ist mir niemals ganz klar geworden. Vielleicht hat er schon das Richtige eingesehen, dafs die Anlage für alle Wirbelthiere anfangs ähnlich ist, dafs sich aber nur bei den Fischen auf jenen Bogen Kiemen bilden, und dafs jene Bogen bei den übrigen Thieren theils eingehen, theils in Hörner des Zungenbeins verwandelt werden. Rudolphi war mit seinem Zweifel gegen Dinge, welche Andere, nicht er, annahmen, nicht zurückhaltend und hartnäckig; doch fanden gute Gründe bei ihm immer

Eingang und gern liefs er eine Meinung fahren, von deren Ungrund er sich überzeugte. Die Verbindung des Nabelbläschens mit dem Darm durch einen Gang hatte er nicht gesehen, vermuthlich weil er ältere Eier untersuchte, noch 1828 ist er dagegen eingenommen; Prof. Gurlt zeigte ihm die Verbindung eines *Diverticulum ilei* mit dem Nabel und er wurde in Hinsicht der Erklärung zweifelhaft.

Rudolphi's Tendenz in der Physiologie war Kritik der Beobachtungen und der herrschenden Lehren. Die Zeit in welcher Rudolphi zu wirken anfing, war für die Physiologie eine glänzende gewesen. Nachdem Aloysius Galvani den Galvanismus entdeckt, wurde diese Erscheinung lange von den ersten Physikern und Physiologen für ein physiologisches Phänomen gehalten. Wenn sich auch diese Ansicht später widerlegte, so gab sie doch Gelegenheit zur Entdeckung der Gesetze der thierischen Reizbarkeit, und auf der Bahn, welche A. v. Humboldt eröffnet, folgten viele Physiker und Physiologen. Rudolphi nahm an dieser Thätigkeit insofern Antheil, als er die Hypothese von der sensibeln Atmosphäre der Nerven prüfte und die Gründe, womit er die aus den galvanischen Versuchen an Thieren gezogenen Beweise dafür bestritt, sind noch heutzutage gut. Nachdem man eingesehen, dafs der Galvanismus nur ein Reiz für die Kräfte der thierischen Theile ist und nachdem die Anwendung dieses Reizes auf die thierische Faser den Physiologen geleistet, was damals gewonnen werden konnte, erkannte man, dafs man zu viel von jener Entdeckung für die Physiologie erwartet, und statt sich dieses Mittels unter neuen fruchtbaren Gesichtspunkten zu weiteren Forschungen zu bedienen, verfielen die Ärzte in eine Abspannung. Was war für Viele nun leichter, als sich den Täuschungen einer physiologischen Mystik und Magie hinzugeben, welche immer prätensiöser und ansteckend den Supernaturalismus der sogenannten thierisch-magnetischen Kräfte geltend machte und welche die Räthsel der Physiologie auf eine viel bequemere und leichtere Weise zu lösen vorgab. Wie traurig ist das Bild jener Bestrebungen, wie niederschlagend im Gegensatz der hoffnungsvollen Periode, in welcher das Werk über die gereizte Muskel- und Nervenfaser erschien und die Methode gezeigt, auf der man fortzuschreiten hatte. Eine herrschend gewordene übermüthige und oft leichtfertige Art über die natürlichen Dinge zu philosophiren konnte dem Besonnenen im Angesichte jenes Schwindels auch wenig Trostreiches darbieten. Auch in

Berlin, dem Sammelplatz der würdigsten wissenschaftlichen Bestrebungen, fehlte es nicht an Leichtgläubigen. Da war es vorzüglich Rudolphi, der durch seine kräftige Opposition die Verbreitung hemmte und viel verdankt man seiner Stimme, dafs die Ärzte von dem Felde des medicinischen Wunderglaubens zurückgekehrt sind. Es liefsen sich noch andere Beispiele von den Diensten anführen, welche Rudolphi's offenes Urtheil gegen falsche Richtungen leistete. Die Früchte geniefsen wir jetzt, sie sind ähnlicher Art, wie jene fruchtbaren Wirkungen, welche die Jahresberichte des grofsen schwedischen Chemikers auf die exactere Bearbeitung der Naturwissenschaften gehabt.

Einen Inbegriff seiner physiologischen Lehren gab Rudolphi in seinem Grundrifs der Physiologie, wovon der erste Band 1821, des zweiten erste Abtheilung 1823, die zweite 1828 erschien. Die letzte Abtheilung fehlt; sie sollte von den Excretionen und von der Zeugung handeln. In seinen Papieren fand sich nur ein Fragment über die Harnabsonderung, für ihn hatte die Arbeit zuletzt wohl an Reiz verloren, besonders da dieser Theil der Physiologie anderweitig viele Fortschritte gemacht, und Rudolphi am liebsten davon handelte, wobei er eigne Untersuchungen benutzen konnte. Kritik der Beobachtungen, eine bewunderungswürdige Gelehrsamkeit und die Benutzung eines reichen Schatzes von kostbaren anatomischen Erfahrungen zeichnen dieses treffliche Werk aus. Mit dem dogmatischen Zuschnitt anderer Werke verglichen fehlt darin allerdings manches, was man gewohnt war, einiges sogar, was zu dem actuellen Zustand der Wissenschaft gehörte; über manches war er kurz, wenn er keine kritischen Bemerkungen zu machen oder keine eigne Beobachtungen anzuführen hatte; er hatte den Fortschritten der Nervenphysik noch nicht die Aufmerksamkeit geschenkt, welche sie in Anspruch nimmt. Endlich verdeckte der ungemeine Reichthum von vergleichend-anatomischen Thatsachen und die Kritik manches Einzelnen, worin Rudolphi wegen eigner Untersuchungen ausführlicher war, einigermafsen die wirklichen Mängel und Unvollkommenheiten unserer Wissenschaft. Indessen wird dieses treffliche Werk immer einen grofsen Werth behalten, wenn viele Schriften, die mehr physiologische Erfahrungen aber mehr Irrthum enthalten, längst verschollen sind.

Rudolphi's Richtung in der Physiologie war überwiegend anatomisch und skeptisch, meistens gelten seine physiologischen Untersuchungen der

Widerlegung herrschender Meinungen. Die physiologischen Erfahrungen sah er in gar keinem Verhältnifs mit der Gewifsheit der Anatomie; kein Wunder wenn der treffliche Mann, der seine Scheu vor Vivisectionen bei jeder Gelegenheit aussprach, gegen alle Hypothesen und schlecht begründeten physiologischen Erfahrungen eine feindliche Stellung annahm. Man mufste ganz seine gerechte Indignation theilen, wenn man sah, wie manche Physiologen ihr Bestreben, die Physiologie zu einer Erfahrungswissenschaft zu machen, durch ein planloses Eröffnen und Quälen von recht vielen Thieren äufserten, wobei die Resultate oft so gering und so unbeständig waren. Das Inwendige eines verletzten Thieres sehen ist so wenig sehen wie es lebt, als die Anschauung seines äufsern Lebendigen. Rudolphi ging aber wohl zu weit, wenn er glaubte, dafs die Experimente an Thieren uns noch wenig gelehrt. Experimente in wichtigen Fragen angestellt, haben hier wie in der Physik zu den gröfsten Entdeckungen geführt. Die Entdeckung der verschiedenen Eigenschaften der vorderen und hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven war zuerst allerdings ein Gedanke eines genialen Geistes, der dann von ihm und Andern durch Experimente bestätigt werden mufste. Rudolphi blieb indefs durchaus nicht gleichgültig bei der Entwickelung der Nervenphysik in der neuern Zeit. Auf seine Veranlassung und unter seinen Augen wurden 1823 in der Thierarzneischule viele Experimente zur Prüfung der Bellschen Ansichten über den *Nervus facialis* und *trigeminus* angestellt und wenn er anfangs sich zweifelnd gegen die Lehre von den verschiedenen Eigenschaften der Wurzeln der Rückenmarksnerven verhielt, vielleicht weil er der jetzigen Physiologie keine Gewifsheit über solche Lebensfragen zutraute, so sprach er sich später, als entscheidend bestätigende Erfahrungen bekannt wurden, offen für die Sache aus und betrachtete sie als einen der gröfsten Fortschritte in der Physiologie. Eine mehr philosophische Zergliederung der allgemeinen Verhältnisse der Lebensthätigkeit, die ihm weniger sicher als die Kritik der Thatsachen war, vermied Rudolphi und auch das Gebiet des Geistigen betrat er mit Resignation und meist nur so, dafs er bald in eine naturhistorische Auffassung des Factischen überging, die ihm so sehr gelang. Unter den allgemeinern physiologischen Schriften zeichnete er nur wenige aus, in denen er Consequenz und Schärfe sah und wenn er die Mängel von Reil's Abhandlung über die Lebenskraft, und seine Ableitung aller Lebenserscheinungen aus der Mischung und Form anerkannte, so

betrachtete er diese Arbeit gleichwohl als ein Meisterstück von Behandlung solcher Gegenstände, wie er denn überhaupt von Reil immer mit grofser Achtung sprach.

Was Rudolphi sehr betrübte, war sein Verhältnifs zu Meckel. Beide waren voller Anerkennung gegeneinander und doch kamen sie aus den gegenseitigen Neckereien nicht heraus und diese haben, obgleich Niemand darauf als sie selbst achtete, beiden ihre Tage verbittert. Rudolphi's gerade jedoch niemals scharfe Art seine Meinung in seinen Schriften zu äufsern, hat ihm auch sonst manche Kränkung zugezogen, diese wäre ihm nicht unerwartet gewesen, wenn er die Art der Menschen genauer gekannt und nicht Anderer Denkungsart wie die seinige sich gedacht. Herr Link sagt von ihm sehr schön, er war zu unschuldig, um den Menschen zum Gegenstand seiner Beobachtung zu machen, und ich möchte hinzusetzen, keine Erfahrung war ihm bitterer, als wenn er sich in den Menschen getäuscht hatte.

Rudolphi's früher feste Gesundheit hatte in den letzten Jahren merklich abgenommen; früher war es ihm immer auf der Anatomie zu warm gewesen; es mufste immer kühl um ihn sein, so dafs sich die Anderen öfter erkälteten; in den letzten Jahren konnte er es nicht warm genug haben. Als ich 1828 nach 5 Jahren ihn wiedersah, war ich sehr erschüttert die Züge des edeln Mannes ernster und schärfer zu sehen, er hatte sehr gealtert, obgleich seine scharfe Sehkraft ihn noch zu allen feinen Untersuchungen befähigte, wozu die Sicherheit der Hand weniger nothwendig war. Ich hatte mich so sehr gefreut meinen väterlichen Freund wiederzusehen und ich sollte ihn zum letztenmal sehen. Dies wufste ich und empfand es auf das schmerzlichste. Denn zu auffallend sah ich ihn verändert gegen die ganze frühere heitere Pracht seiner Züge. Doch blieb Rudolphi noch bis ins letzte Jahr in frischer Thätigkeit; im August 1832 fing *Ascites,* von einer Leberaffection verursacht, an sich einzustellen, an diesem erlag er am 29sten November desselben Jahres. Seine Sammlungen sind durch Genehmigung Seiner Majestät des Königs angekauft worden, seine Entozoen sind dem zoologischen Museum, seine einzige Bibliothek der Königlichen Bibliothek, seine Medaillensammlung dem Kunstmuseum einverleibt worden.

Rudolphi war als Mensch nicht kleiner denn als Gelehrter, *integer vitae scelerisque purus.* Wer ihn kannte mufste ihn lieben und hochachten

und wenn seine offene Art zuweilen empfindlich machte, so konnte man ihm auf die Dauer nicht widerstehen. Das Erste was er von den Menschen verlangte war Rechtlichkeit, Wahrheit der Gesinnung, Freiheit des Gemüths von allem unedlen Wesen. Wo er diese fand, gab er Alles hin und liefs sich nicht wieder durch den Schein irre machen. So äufsert sich schon sein Wesen in seinen Gedichten, in denen er die Freundschaft oft besingt. Erinnere ich mich der freien heiteren ehrfurchtgebietenden Züge seines Antlitzes, des liebenswürdigen männlichen Ernstes mit dem Ausdruck der Energie und Wahrheit des Charakters, sehe ich alles dies in einem Bildnifs von ihm wieder, so bin ich immer gerührt. In einer unedlen Stimmung würde ich mich scheuen das Bild des väterlichen Freundes zu betrachten und erinnere ich mich der edelsten Begegnisse meines Lebens, so fällt mir sogleich Rudolphi ein.

Was Rudolphi als seinen höchsten Wunsch einst aufstellte, ist ihm gewährt. Schon als Knabe liebte er den Linné, ihn singt er begeistert in seinen Gedichten. Er ist es, der ihm erscheint und ihn in den Tempel führt, wo die Tafeln beschrieben sind mit den Namen Hedwig, Gärtner, Thunberg. Damals ahnete er nicht wie nahe er stand dem Denkstein von Hunter, Daubenton und Vicq D'Azyr. Eine Tafel war leer und darüber war heiliges Dunkel; nun ist sie beschrieben. Da glänzen auch Pallas und Peter Camper und jener, der als er noch lebte, sich eine Stelle zu Peter Camper's Füfsen wünschte, Bojanus.

Schriften von C. A. Rudolphi.

a. Botanische Schriften.

1. Einige botanische Beobachtungen. In: Journal für die Botanik, herausg. von H. A. Schrader. 1799. Bd. II. St. IV. Göttingen. 1799. 8. I. Nr. 4. p. 274.
2. Einige botanische Bemerkungen. In: Journal für die Botanik, herausg. von H. A. Schrader. 1800. B. II. St. I. u. II. Göttingen. 1801. 8. I. Nr. 8. p. 201.
3. Anatomie der Pflanzen. Eine von der Societät der Wiss. in Göttingen gekrönte Preisschrift. Berlin. 1807. 8. Mit VI Kpftfln.

b. Zoologische Schriften.

4. *Observationes circa vermes intestinales. Gryphiswaldiae.* 1793. 4.
5. *Observationum circa vermes intestinales Pars* II. *Gryphiswaldiae.* 1795. 4.
6. Beobachtungen über die Eingeweidewürmer. In: Archiv für Zoologie und Zootomie, herausg. von C. R. W. Wiedemann. B. II. St. I. Braunschweig. 1801. 8. Nr. I. p. 1.
7. Fortsetzung der Beobachtungen über die Eingeweidewürmer. Mit I. Kpftfl. In Demselben. B. II. St. II. Braunschweig. 1802. 8. Nr. I. p. 1. und tab. I.
8. Fortsetzung der Beobachtungen über die Eingeweidewürmer. Mit I. Kpftfl. In Demselben. B. III. St. I. Braunschweig. 1802. 8. Nr. II. p. 61. und tab. II.

   (In der folgenden Nr. 10 wurde der Beschlufs dieser Beobb. versprochen: ist aber nicht erschienen.)
9. Neue Beobachtungen über die Eingeweidewürmer. In: Archiv für Zoologie und Zootomie, herausg. von C. R. W. Wiedemann. B. III. St. II. Braunschweig. 1803. 8. Nr. I. p. 1.
10. *Entozoorum sive vermium intestinalium historia naturalis. Amstelaedami.* Vol. I. 1808. Vol. II. P. I. 1809. Vol. II. P. II. 1810. 8. *cum* XII. *tab. aen.*
11. Erster Nachtrag zu meiner Naturgeschichte der Eingeweidewürmer. In: der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin Magazin für die neuesten Entdeckungen in der ges. Naturkunde. Jahrg. VI. Berlin. 1814. 4. Quart. II. 1812. Nr. XII. p. 83.
12. *Entozoorum synopsis, cui accedunt mantissa duplex et indices. Berolini.* 1819. 8. *cum* III. *tab. aen.*

c. Vermischte anatomische und physiologische Schriften.

13. Anatomie. In: encyclopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften, herausg. von den Profess. der med. Facult. zu Berlin, C. F. v. Gräfe, C. W. Hufeland, H. F. Link, K. A. Rudolphi, E. v. Siebold. B. II. Berlin. 1828. 8. p. 357.

13 *b.* Besonderer Abdruck: über Anatomie. Berlin. 1828. 8.

14. Beiträge zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte. Berlin. 1812. 8. Mit dem Bildnifs von Pallas.
15. Anatomisch-physiologische Abhandlungen. Berlin. 1802. 8. Mit VIII. Kpftfln.

d. Vergleichend-anatomische Schriften.

16. Über die Anatomie des Löwen. Mit v. Kpftfln. (vorgeles. d. 19. Febr. 1818.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1818-1819. Berlin. 1820. 4. Phys. Kl. p. 131.

16 *b.* (Besonderer Abdruck.) Beitrag zur Anatomie des Löwen (eine in d. K. Preufs. Akad. d. Wiss. vorgel. Abhandl.) Berlin. 1820. 4. Mit v. Kpftfln.

17. *Resp. C. Guil. E. Reimann: (diss. med.) spicilegium observationum anatomicarum de hyaena. Berolini.* 1811. 4. *cum* I. *tab. aen.*

18. Anatomische Bemerkungen (1. über den Orang-Utang, und Beweis, dafs derselbe ein junger Pongo sei. 2. über den Zitterwels.). Mit v. Kpftfln. (geles. am 21. Octbr. 1824.) In: Abhandlungen der physikalischen Klasse der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1824. Berlin. 1826. 4. p. 131.

19. Über den Embryo der Affen und einiger anderen Säugthiere. Mit IV. Kpftfln. (geles. am 12. Juni 1828.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1828. Berlin. 1831. 4. Phys. Kl. p. 35.

20. Anatomische Beobachtungen 1. über den Knochen am Hinterhaupt des Seeraben, *Pelecanus Carbo* L. 2. Bemerkungen über das Auge. 3. Eine seltene Art des Hermaphroditismus bei einem Affen, *Simia capucina* L.) Mit II. Kpftfln. (Vorgeles. d. 27. März 1817.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin aus den Jahren 1816-1817. Berlin. 1819. 4. Phys. Kl. p. 111.

21. Einige anatomische Bemerkungen über *Balaena rostrata.* Mit v. Kpftfln. (vorgeles. den 26. Octbr. 1820.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus den Jahren 1820-1821. Berlin. 1822. 4. Phys. Kl. p. 27.

22. Über *Balaena longimana.* Mit v. Kpftfln. (geles. am 23. Juli 1829.) In: Abhandlungen der physikalischen Klasse der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1829. Berlin. 1832. 4. p. 133.

23. Beobachtungen aus der vergleichenden Anatomie (1. über die elektrischen Fische. 2. über den sogen. Giftsporn des männlichen Schnabelthiers, *ornithorhynchus paradoxus.*). Mit III. Kpftfln. (vorgeles. d. 7. Juni 1821.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus den Jahren 1820-1821. Berlin. 1822. 4. Phys. Kl. p. 223.

24. Einige Bemerkungen über den Bau der Brüste (geles. am 20. Octbr. 1831) und nachträgliche Bemerkungen im Juli 1832. Mit II. lith. Tfln. In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1831. Berlin. 1832. 4. Phys. Kl. p. 337.

24 *b.* (Besonderer Abdruck des ersteren.) Einige Bemerkungen über den Bau der Brüste. Berlin. 1831. 4. Mit II. lith. Tfln.

25. Einige Bemerkungen über die Durchkreuzung der Sehnerven bei den Fischen. In: Archiv für Zoologie und Zootomie, herausg. von C. R. W. Wiedemann. B. I. St. II. Braunschweig. 1800. 8. Nr. V. p. 156.

26. *Resp. F. Guil. Breyer: (diss. med.) observationes circa fabricam ranae pipae. Berolini.* 1811. 4. *cum* II. *tab. aen.*

27. *Resp. F. Ch. Massalien: diss. sistens descriptionem oculorum scombri, thynni et sepiae. Berolini.* 1815. 4. *cum* I. *tab. aen.*

28. *Resp. L. Wolff: diss. anat. de organo vocis mammalium. Berolini.* 1812. 4. *cum* IV. *tab. aen.*

e. Schriften über Anatomie des Menschen und allgemeine Anatomie.

29. *Resp. E. M. H. Schwarz: disp. anat. de pilorum structura. Gryphiae.* 1806. 4.

30. *Resp. C. F. L. Gantzer: diss. anat. musculorum varietates sistens. Berolini.* 1813. 8.

31. *Resp. Sels: diss. musculorum varietates sistens. Berolini.* 1815. 8.
32. Einige Beobachtungen über die Darmzotten. In: Archiv für Physiologie von J. Ch. Reil. B. IV. Halle. 1800. 8. Hft. I. p. 63.
33. Fortsetzung der Beobachtungen über die Darmzotten. In Demselben. Hft. III. p. 339.
34. *Diss. de oculi quibusdam partibus. Gryph.* 1801. 4.
35. *Resp. J. H. Carger: diss. de ventriculis cerebri. Gryphiae.* 1796. 4.
36. Einige Bemerkungen über den sympathischen Nerven. (vorgeles. d. 18. Aug. 1814.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1814-1815. Berlin. 1818. 4. Phys. Kl. p. 161.
37. *Progr. de solidorum c. h. partibus similaribus. Gryphiae.* 1809. 4.
38. *Resp. J. L. Held: (diss.) observationes circa dentitionem. Gryphiae.* 1809. 4.
39. Beitrag zur Geschichte der Zähne. In: Archiv für Physiologie von J. Ch. Reil. B. III. Halle. 1799. 8. Hft. III. p. 401.
40. *Resp. J. G. Tesmer: diss. anat. sistens observationes osteologicas. Berolini.* 1812. 4. *cum* II. *tab. aen.* (vorzüglich über Zähne.)
41. Über Hornbildung. (vorgeles. d. 2. Febr. 1815.) Mit I. Kpftfl. In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1814-1815. Berlin. 1818. 4. Phys. Kl. p. 175.

f. Physiologische Schriften.

42. Etwas über die sensible Atmosphäre der Nerven. In: Archiv für die Physiologie von Reil. B. III. p. 188.
43. Über die sensible Atmosphäre der Nerven (vorgeles. d. 22. Juli 1813). In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1812-13. Berlin. 1816. 4. Phys. Kl. p. 208.
44. *Dubia contra J. Galli de organis in cerebro distinctis iisque cranii ope detegendis hypothesin. Nova act. academiae scientiarum imp. Petropolitanae.* T. XIV. *Petropoli* 1805.
45. Grundrifs der Physiologie. Berlin. B. I. 1821. B. II. Abth. I. 1823. Abth. II. 1828. 8.

g. Pathologisch-anatomische Schriften.

46. Übersicht der bisher bei den Wirbelthieren gefundenen Steine. (vorgeles. d. 11. Novbr. 1812, vermehrt zum Druck Sptbr. 1815.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1812-1813. Berlin. 1816. 4. Phys. Kl. p. 171.
47. Beschreibung des Gehirns von einem Kinde, welchem das rechte Auge und die Nase fehlten. Mit II. Kpftfln. (vorgeles. d. 26. Oct. 1815.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1814-1815. Berlin. 1818. 4. Phys. Kl. p. 183.
48. Über eine menschliche Misgeburt, die nur aus einem Theil des Kopfes und Halses besteht. Mit IV. Kpftfln. (vorgeles. d. 20. Juni 1816.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Aus den Jahren 1816-1817. Berlin. 1819. 4. Phys. Kl. p. 99.
49. Über den Wasserkopf vor der Geburt, nebst allgemeinen Bemerkungen über Misgeburten. (geles. am 1. Apr. 1824.) In: Abhandlungen der physikalischen Klasse der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1824. Berlin. 1826. 4. p. 121.
50. Beschreibung einer seltenen menschlichen Zwitterbildung, nebst vorangeschickten allgemeinen Bemerkungen über Zwitter-Thiere. Mit III. Kpftfln. (geles. am 20. Octbr. 1825.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1825. Berlin. 1828. 4. Phys. Kl. p. 45.

51. Über das Fehlen einzelner Theile in sonst ausgebildeten Organismen. (geles. am 20. Juli 1826.) In: Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1826. Berlin. 1829. 4. Phys. Kl. p. 83.

h. Vermischte naturwissenschaftliche und medicinische Schriften.

52. Bemerkungen aus dem Gebiet der Naturgeschichte, Medicin und Thierarzneikunde, auf einer Reise durch einen Theil von Deutschland, Holland und Frankreich gesammelt. Berlin. Th. I. 1804. Th. II. 1805. 8.
53. Schwedische Annalen der Medicin und Naturgeschichte. B. I. Berlin und Stralsund. 1800. (Hft. I. 1799. Hft. II. 1800.) 8.
54. Übersicht der Schwedischen medicinischen Litteratur von 1799. In: nordisches Archiv für Naturkunde, Arzneiwissenschaft und Chirurgie, herausg. von Pfaff, Scheel und Rudolphi. B. II. St. II. Kopenhagen. 1801. 8. Nr. III. p. 79.
55. Übersicht der Schwedischen medicinischen Litteratur in den Jahren 1800 und 1801. In: nordisches Archiv für Naturkunde, Arzneiwissenschaft und Chirurgie, herausg. von Pfaff, Scheel und Rudolphi. B. III. St. III. Kopenhagen. 1803. 8. Nr. I. p. 3.
56. Nordisches Archiv für Natur- und Arzneiwissenschaft, herausg. von Pfaff und Scheel. B. I. (St. I. II. III.) Kopenhagen. 1799 - 1801. 8. Mit I. Kpftfl. — Nord. Arch. für Naturkunde, Arzneiwiss. und Chirurgie, herausg. von Pfaff, Scheel und Rudolphi. B. II. III. IV. (3 St.) Kopenh. 1801 - 1805. 8. Mit V. Kpftfln. — Neues nord. Arch. für Nat. Arzn. u. Chir. herausg. von Pfaff, Scheel und Rudolphi. B. I. (St. I. u. II.) Frankfurt a. d. Oder. 1807. 8.
57. Recensionen in der Jenaischen, Hallischen u. Leipziger Litteraturzeitung von 1800 bis 1810.
58. Anatomische und physiologische Artikel im encyclopädischen Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften.

i. Übersetzungen.

59. Schwedische Robbenarten aus (C. P.) Thunberg *Beskrifning på Svenske djur. Upsala.* 1798. p. 85.
60. A. J. Retzius, Versuch einer Aufstellung des Mineralreichs. Übersetzt von K. A. Rudolphi. Leipzig. 1798. 8.

k. Anderweitige Schriften nicht naturwissenschaftlichen Inhalts.

61. Peter Simon Pallas, ein biographischer Versuch. Berlin. 1812. Mit dem Bildnifs von Pallas. Abdruck aus den Beiträgen zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte.)
62. *Index numismatum in virorum de rebus medicis aut physicis meritorum memoriam percussorum.* (*Gratul. honores doctorales decem ante lustra acceptos Ch. Knape.*) *Berolini.* 1823. 8. *cum* I. *tab. aen.* (*effig. Ch. Knape in nummo.*)
63. *Index numismatum in virorum de rebus medicis vel physicis meritorum memoriam percussorum.* (*Physiophili Germanici gratul. diem semisecularem J. F. Blumenbach.*) *Berolini.* 1825. 8. (*ed. II.*) *cum* I. *tab. aen.* (*effig. J. F. Blumenbach in nummo.*)
64. *Recentioris aevi numismata virorum de rebus medicis et physicis meritorum memoriam servantia collegit et recensuit. Berolini.* 1829. 8. (*ed. III.*)
65. Gedichte. Berlin und Greifswald. 1798. kl. 8.



Physikalische
Abhandlungen
der
Königlichen
Akademie der Wissenschaften
zu Berlin.

Aus dem Jahre
1835.

Berlin.
Gedruckt in der Druckerei der Königl. Akademie
der Wissenschaften.
1837.

In Commission bei F. Dümmler.

Inhalt.

Über
die arteriösen und venösen Wundernetze an der Leber und einen merkwürdigen Bau dieses Organes beim Thunfische, *Thynnus vulgaris*.

Von
H[rn.] ESCHRICHT und H[rn.] MÜLLER.

[Mitgetheilt von dem Letztern in der Akademie der Wissenschaften am 29. Juni 1835.]

Mit einigen neueren Zusätzen.

I. Veranlassung der Untersuchung.

Wie lange bekannt auch die Thunfische in der Geschichte der Fischereien sind, so ist doch die Naturgeschichte derselben bis auf Cuvier an Dunkelheiten und Verwechselungen reich gewesen und die anatomischen Eigenthümlichkeiten derselben in der Ordnung der Scomberoiden sind gröfstentheils bis jetzt unbekannt geblieben. Aristoteles hatte zwar schon Thiere dieser Familie untersucht, und die aufserordentlich lange und enge Gallenblase seiner Amia (*Pelamis sarda*) entdeckt (¹), mit welcher die Gallenblase der Thunfische (*Thynnus vulgaris, alalonga*) nach Cuvier's (²) Beobachtungen übereinstimmt. Eine allgemeine sehr unvollständige Kenntnifs von der Form und Lage der Eingeweide und von den Eigenthümlichkeiten des Skelets ist indefs das einzige, was wir von der Anatomie dieser Thiere kennen. Die physiologischen Verhältnisse dieser Familie sind in mehr als einer Hinsicht merkwürdig. Man denke nur an die regelmäfsigen Wanderungen, über welche freilich noch vieles zu untersuchen übrig bleibt. Noch eigenthümlicher ist die hohe eigene Temperatur der Thunfische, auf welche ganz vor Kurzem

(¹) *Hist. anim. ed. Schneid.* Lib. II, 11. vulg. 15.
(²) *Hist. nat. des poissons.* T. VIII, p. 66. 125.

John Davy ([1]) aufmerksam geworden. *Thynnus pelamys,* ein Thunfisch des atlantischen Meeres, hat nach J. Davy's Beobachtung 99° F. eigene Temperatur bei 80°,5 F. des Mediums, und auch bei anderen Thunfischen soll die Temperatur nach weniger sicheren Nachrichten beträchtlich sein. Die Beobachtungen, die wir hier mitzutheilen haben, betreffen eine in anatomischer wie physiologischer Hinsicht gleich wichtige Eigenthümlichkeit in dem Bau der Unterleibseingeweide und ihrer Gefäfse, wovon sich bis jetzt keine Spuren bei irgend einem andern Thiere gezeigt haben. Die nächste Veranlassung zu den folgenden Beobachtungen war eine Entdeckung meines verehrten Freundes Herrn Eschricht in Copenhagen. Derselbe schickte mir unter dem 1. November 1833 ein Stück von der Leber des Thunfisches mit der Bemerkung, dafs er nirgends eine so eigenthümliche Structur der Leber erkannt habe. Sie bestehe aus lauter parallelen Gängen mit sehr kleinen Anhängseln und die Masse reifse sich nur in Längsschichten, die ganz faserig erscheinen. Das von Herrn Eschricht gesandte Stück erregte meine Aufmerksamkeit in hohem Grade; in der That schien die ganze Lebermasse nur aus solchen mit den kleinen *acini* besetzten Röhren zu bestehen; da die Stämme der Gefäfse nicht mehr an diesem Stück erhalten waren, so blieb es mir ungewifs, ob diese Röhrenbildung der eigentlichen Drüsensubstanz der Leber oder den Blutgefäfsen angehörte und der erstern fremd war. Glücklicherweise befand sich die Leber und der Darmkanal eines Thunfisches auf dem Königlichen anatomischen Museum. Hier bestätigte sich nicht blofs die von Herrn Eschricht entdeckte Bildung; sondern ich konnte auch ermitteln, dafs diese zum Theil parallelen, gröfstentheils aber strahligen Röhren, woraus die Leber zu bestehen schien, in der That nicht die eigentliche Drüsensubstanz der Leber, sondern nur Blutgefäfse waren, welche von grofsen Blutbehältern an der convexen Fläche der Leber ausgingen; dafs dagegen die Drüsensubstanz der Leber nur in den kleinen, mit blofsen Augen noch ganz gut erkennbaren Anhängseln bestand, womit die Röhren besetzt waren. Ein solcher Blutbehälter war im convexen Theile jedes der 3 Leberlappen. Der Blutbehälter des rechten Leberlappens ging nach aufsen in einen dicken kurzen Gefäfsstamm, die vereinigten Blutbehälter des linken und mittleren Leberlappens in einen gleichen Gefäfsstamm über. Beide Ge-

---

([1]) *L'Institut. Journal général des sociétés et travaux scientifiques.* N. 108.

fäfsstämme waren dicht an der Leber abgeschnitten. Beim Aufblasen jener Behälter schwollen alle strahlenförmigen Röhren der Leber auf. Die Gallengänge dagegen nahmen an dem Zerfallen in parallele und in strahlenförmige Röhren keinen Antheil; überhaupt konnte ich die Lebersubstanz durch Aufblasen des *Ductus hepaticus* nicht aufblasen. Keine jener Röhren füllte sich. Es war nun zu ermitteln, welche der Blutgefäfse, die Arterien, die Venen oder die Pfortaderzweige jene Röhren bilden. Leider waren auch die Stämme der Blutgefäfse auf der concaven Seite der Leber abgeschnitten und die Leber hing durch keine Blutgefäfse weder mit dem Darmkanal noch mit der Milz zusammen. Indefs bewies die Ausmündung der *Sinus* auf der convexen Fläche der Leber, dafs diese, wie die von ihnen ausgehenden Röhren, den Lebervenen angehören; denn jene Seite ist die dem Herzen zugewandte. Auch liefs sich von dem Hauptstamm an der concaven Seite der Leber nicht die ganze Leber aufblasen, und obgleich er auch viele Gefäfse in die Leber abgab, so war doch die Bildung sehr von der der Lebervenen auf der andern Seite verschieden, deren ganze strahlenförmige Verbreitung mit einemmale von dem Sinus aufgeblasen werden konnte.

Was vorläufig an unserm Präparat gewifs wurde, dafs der strahlig röhrige Bau der Leber des Thunfisches von den Lebervenen herrührt, theilte ich meinem Freunde Eschricht mit, mit der Aufforderung, an seinem Präparate weitere Untersuchungen anzustellen. Doch war an den isolirten Theilen der Leber weiteres nicht zu ermitteln. Mein Freund bemerkte, dafs er diese Gänge wenigstens hauptsächlich für Gefäfsfortsetzungen gehalten habe, und dafs es ihm sehr willkommen sei, zu erfahren, dafs sie es wirklich sind. Er glaube auch, dafs man in neueren Zeiten vielleicht etwas zu wenig Rücksicht genommen auf die Rolle der Blutgefäfse in den Drüsen, vor allem in der Leber. Denn wenn es deutlich ist, dafs bei Embryonen der Ausführungsgang die Hauptrolle spielt als Fortsetzung der Darmhöhle, so ändere sich dieses Verhältnifs wenigstens der Masse nach in der Leber doch ganz sicher. Auf den vortrefflichen Injectionspräparaten von Ibsen in Copenhagen, wo die drei Gefäfssysteme und die Gallengänge mit vier verschieden gefärbten Massen injicirt, dann das Ganze ungemein sorgsam corrodirt ist, zeige sich dieses sehr deutlich, obgleich allerdings von den Haargefäfsen und den letzten blinden Endigungen der Gallengänge dabei nicht die Rede sein könne.

Er rathe die Leber von Delphinembryonen nachzusehen, wo dasselbe Verhältnifs ihm sehr deutlich zu sein scheine.

Etwas Eigenthümliches, was ich an der Thunfischleber des hiesigen anatomischen Museums sah und zum Theil noch an dem von Herrn Eschricht gesandten Stück der Leber erkannte, konnte ohne neue Hülfsmittel keine Erklärung finden. Diefs waren 2 Zoll lange und über 1-2 Zoll dicke und dichte Büschel von mehr röthlich grauen, nicht mit Lebersubstanz besetzten Röhren, welche von der eigentlichen Leber verschieden, auf die concave Seite der Leber, da wo die Gefäfse verliefen, aufgesetzt und damit verwachsen waren. Diese Lappen enthielten auch in ihrem Innern keine Spur von Lebersubstanz; sie liefsen sich von irgend einer stärkern Röhre am Anfang der Quäste aus oder auf dem Querdurchdurchschnitt aufblasen. Die quastartigen Lappen waren sehr viel fester als die eigentliche Lebersubstanz und doch zugleich noch viel poröser durch die darin enthaltenen Röhren. Was nun diese mit der Leber verwachsenen Massen waren, liefs sich an unserem Präparat nicht ausmachen. Obgleich nämlich die unzähligen durch Zellgewebe verbundenen Röhrchen an der von der Leber abgewandten Spitze sich plötzlich in stärkere Gefäfse sammelten, so waren doch wieder diese Stämme durchschnitten und ich konnte also nicht ausmitteln, ob diese röhrigen, der Leber angewachsenen Massen eine eigene den Thunfischen zukommende Drüse bilden oder dem Gefäfssystem angehören. Mit den ungeheuren Massen der *appendices pyloricae* waren diese Lappen nicht zu verwechseln. Auf dem Durchschnitt glichen dieselben einigermafsen dem Durchschnitt der Hoden einiger Fische. Auch der Hoden des Thunfisches kann ganz aufgeblasen werden. Aber diese Massen gehören nicht zu den Geschlechtstheilen. Nachdem so viel Merkwürdiges erkannt war, mufste uns alles daran gelegen sein, die besser erhaltenen Eingeweide eines Thunfisches zu erwerben. Hierzu gelangte ich durch die Gefälligkeit des Hrn. Lichtenstein, Königl. Preufs. Consuls in Montpellier. Die Eingeweide dieses Thieres von 3 Fufs Länge waren zwar schon etwas macerirt, aber über die Hauptfragen konnte man bald ins Klare kommen. Ich entdeckte nämlich, dafs die auf die concave Seite der Leber aufgesetzten Massen Wundernetze darstellen, zwischen den in der Leber sich verbreitenden Zweigen der Pfortader und den Darmvenen, Milzvenen und Magenvenen, so zwar, dafs alle Venen des chylopoetischen Systems sich erst in diese röhrigen Massen auflösen und aus den Wundernetzen erst

das Blut in die Leber sich verbreitet. Diese Bildung ist einzig in der Thierwelt und ist um so merkwürdiger, als sie allen bisherigen Ideen über den Zweck der Wundernetze an verschiedenen Arterien und Venen entgegen scheint. Die Wundernetze an der Leber der Thunfische sind aber zusammengesetzter als alles, was wir bis jetzt von den Wundernetzen der einzelnen Gefäſse bei den Wiederkäuern, Tardigraden, Stenops, Delphinen u. a. wissen. Denn eines der mehrfachen gröſseren Wundernetze an der Leber des Thunfisches besteht allein schon aus vielen Hunderten von Röhren.

Ehe ich zur genauern Beschreibung der Leber und der Wundernetze des Thunfisches übergehe, muſs ich eine kurze Beschreibung der Verdauungseingeweide dieses Thieres vorausschicken.

II. Allgemeines von den Verdauungsorganen des Thunfisches.

Die Verdauungseingeweide des Thunfisches und anderer Scomberoiden hat Cuvier bereits in seiner *Histoire des poissons* T. VIII. im allgemeinen beschrieben; er kennt die lange darmähnliche Gallenblase des *Thynnus vulgaris, alalonga*, des *Pelamis sarda* und die gleichfalls lange Gallenblase der *Scomber*, *Auxis, Thyrsites, Lepidopus.* Meckel hat in seinem System der vergleichenden Anatomie die Scomberoiden, wohl aus Mangel an Materialien, vernachlässigt, und auch Rathke giebt uns in seiner Abhandlung über das Pfortadersystem der Fische in Meckel's Archiv 1826 keine Mittheilungen von der Leber und der Pfortader der Scomberoiden.

Der Magen des Thunfisches Taf. III. Fig. 1. *K.* ist ein langer conischer, bis in den hintern Theil der Bauchhöhle ragender Blindsack von fleischigen Wänden, die unmittelbare Fortsetzung des Schlundes. Das blinde stumpfspitze Ende sieht nach hinten. Der *pylorus* befindet sich am obern Seitentheile des Sackes. Die *pars pylorica* des Darms, worin die Stämme der *appendices pyloricae* (*M.*) einmünden, liegt vor dem Magen, die *appendices pyloricae* theils vor dem Magen, theils links von demselben. Der Darm steigt von der *pars pylorica* anfangs vorwärts unter die Leber, biegt sich dann um und steigt rückwärts bis zur Länge des Magens, dann wieder vorwärts bis unter die erste obere Biegung, nun wieder rückwärts, dicht an dem letzten aufsteigenden Theil bis zum After, ohne seinen Durchmesser zu verändern. Die Milz (*S.*) ist lang und schmal und liegt zwischen dem ersten absteigenden und

dem wieder aufsteigenden Theil des Darms. In Hinsicht der sehr zahlreichen Bündel der *appendices pyloricae* und ihres Baues verweise ich auf die Abbildung und Beschreibung, welche ich in der Schrift *de glandularum structura penitiori* p. 64 Tab. VII. Fig. 4. 5. gegeben.

Die Leber bildet drei platte Hauptlappen, wie schon Cuvier angiebt, einen mittlern (*G.*) und zwei seitliche (*F. H.*). Im allgemeinen von dreieckiger Gestalt, sind sie hie und da eingeschnitten, wodurch Nebenlappen entstehen; die Nebenlappen sind indefs bei verschiedenen Individuen durchaus ungleich und ihre Zahl unconstant. Die drei Hauptlappen der Leber hängen durch dünne lappige Streifen von Lebersubstanz zusammen; überdiefs verschmilzt der mittlere Lappen mit dem linken an seiner Basis ganz; wie denn auch diese zwei Lappen nur einen gemeinsamen Lebervenenstamm haben.

Die Gallenblase (*I.*) ist ein sehr langer, bei kleineren Thunfischen selbst gegen 1 Fufs langer, enger Kanal, mit unterem blindem Ende. Ihre Länge entspricht der Länge des ersten absteigenden Theiles des Darms, an welchem sie anliegt, und ihr blindes Ende reicht bis nahe zum After. In zweien Fällen war ihr Ausführungsgang, da wo er die Lebergänge aufnimmt, etwas erweitert. Die Einmündung des Gallenganges in den Darm befindet sich an der Stelle, wo der letztere die fünf Stämme der *appendices pyloricae* aufnimmt. Lage und Zusammenhang der Verdauungseingeweide sind in Fig. 1. Taf. III. abgebildet.

III. Strahlenförmiger Bau der Lebervenen. Wundernetze des Pfortadersystems.

Auf der convexen Seite der Leber sieht man die Abgangsstellen der beiden Lebervenenstämme (Taf. I.). Der kleinere gegen 4 Linien breite Stamm führtdas Blut aus dem rechten Leberlappen, der zweite stärkere aus dem linken und mittlern Lappen. Die beiden Stämme der Lebervenen durchbohren das Diaphragma und senken sich in den gemeinschaftlichen, auch die rechte und linke gemeinschaftliche Hohlader aufnehmenden Sinus aller Körpervenen, von wo das Blut in den Vorhof gelangt. Das mit der Leber verbundene Ende der Lebervenenstämme dehnt sich in dem oberen Theile der Leber sinuös aus. Die sinuöse Erweiterung des rechten Lebervenenstammes im Innern des rechten Leberlappens ist gegen 2 Zoll lang; im linken und rechten Leberlappen, wo die Erweiterung gemeinschaftlich, gegen 4 Zoll lang; beide Er-

weiterungen gegen 8 Linien bis 1 Zoll breit. Die inneren Wände dieser Höhlen, welche der Lebersubstanz zugekehrt sind, bestehen aus den Häuten der Venen und zeigen viele beckenartige Vertiefungen, von welchen die strahlenförmigen Zweige der Lebervenen entspringen. Diese gehen an den verschiedenen Stellen theils abwärts, theils auswärts, alle mehr oder weniger strahlig divergirend, ab. Jeder strahlige Lebervenenzweig theilt sich bald wieder in mehrere Zweige, die so wie ihre dichotomischen Zweigelchen wieder in derselben Richtung durchaus gerade gegen den Rand der Leber und die untere Fläche derselben fortgehen. Die stärksten radialen Gefäfse haben einen Durchmesser von $\frac{1}{2}$ - 1 Linie, die feinsten von $\frac{1}{4}$ und weniger. Die feinsten Röhrchen sind nun mit der flockenartigen Substanz der Leber besetzt, was man an den macerirten Stücken sieht. Wahrscheinlich findet also hier, trotz der strahligen Vertheilung der Lebervenenzweige, doch ein ähnliches Verhältnifs wie beim Menschen und den Säugethieren statt, wo nach Kiernan's vortrefflichen Untersuchungen die Lebervenen auch mit den *acini* besetzt sind und durch unzählige kleine Öffnungen die *venulae centrales* der *acini* aufnehmen.

Auf der untern Fläche der Leber sieht man die Wundernetze des Pfortadersystems. Die Wundernetze sind verschiedene 2 Zoll lange und $\frac{1}{2}$ Zoll bis 2 Zoll dicke Quäste von feinen gestreckten, hier und da anastomosirenden Blutgefäfsen, die untereinander durch dichtes Zellgewebe vereinigt sind. Jede zum Pfortadersystem gehörende Vene geht abgesondert, ehe sie ihr Blut der Leber zuführt, in ein solches Wundernetz über und meist treten in den Anfang des Wundernetzes mehrere Venen zugleich ein. An der Basis des Wundernetzes sammelt sich das Blut wieder in stärkere Gefäfse, welche sich dann in der Leber als Pfortaderzweige verbreiten. Einige der Quäste der Wundernetze haben eine birnförmige Gestalt, die Spitze ist dann von der Leber abgewendet und nimmt die Venen auf; die Basis sitzt auf der Leber auf; diese angewachsene Basis ist schmaler als der Körper. Andere namentlich kleinere Wundernetze sind spindelförmig; doch ist der gegen die Leber gerichtete Theil immer dicker als der Stiel. Eines der gröfsten Wundernetze ist fast so breit als lang und ist platt. Diese Form entsteht dadurch, dafs die Zahl der in das Wundernetz tretenden Venen zunimmt und dafs diese in einer Reihe nebeneinander eintreten. An einem solchen zusammengesetzten Wundernetz sieht man dann wieder die den einzelnen Venen angehörenden kleineren Büschel; und so wie die kleineren Büschel birnförmig

oder spindelförmig sind, so ist auch das Ganze, wo es auf der Leber aufsitzt, etwas zusammengezogen, der schmalern Basis der Büschel entsprechend. Der im Stiel des Wundernetzes liegende Gefäfsstamm zerfällt sogleich in eine Menge von Ästen, diese wieder in kleinere Zweige, so dafs nun die Hauptmasse des Wundernetzes viele Hunderte nebeneinander liegende, meist gestreckte Röhrchen von $\frac{1}{4}$-$\frac{1}{3}$ Linie darstellt, welche hier und da untereinander anastomosiren und alle die Richtung gegen die Leber nehmen. Bläst man die Gefäfse im Stiel auf, so schwellen die verschiedenen Theile des Wundernetzes auf, deren Röhrchen von jenen Gefäfsen ausgehen. An der Basis hängen die Röhrchen wieder, in gröfsere sich sammelnd, auf das mannigfaltigste zusammen.

Vom Magen gehen drei Gefäfse zu den Wundernetzen, eines an der rechten Seite des Magens, eines an der linken, ein drittes auf der hintern Fläche. Ein starker Gefäfsstamm tritt von der Milz zu einem besondern Wundernetz und viele Blutgefäfse kommen von den *appendices pyloricae* und dem Darm, um sich einzeln in das gröfste aller Wundernetze einzusenken. Diese bilden eine ganze Reihe über das *pars pylorica* des Darms.

Der rechte Leberlappen hat zwei grofse Wundernetze, welche von einander getrennt sind. Sie sitzen mit ihren Basen an dem breitern Theil der concaven Fläche des rechten Leberlappens; das eine ist birnförmig, das andere mehr spindelförmig. Das spindelförmige Wundernetz nimmt ein Gefäfs von der rechten Seite des Magens auf; in die Mitte und den vordern Theil des Büschels treten noch mehrere kleine Gefäfse von dem vordern Theil der untern Fläche des Magens. Das birnförmige Wundernetz nimmt die grofse Milzvene auf. Am dünnern Theil dieses Wundernetzes treten überdiefs noch einige kleine Venenstämmchen vom Darm ein.

Der mittlere Leberlappen besitzt ein sehr breites plattes Wundernetz, das keinen einfachen Stiel hat, sondern in viele Zipfel nach der freien Seite hin zerfällt. Es ist 2 Zoll lang und eben so breit, 1 Zoll dick. In die Zipfel treten viele einzelne kleinere Venenstämmchen von der *pars pylorica* des Darms und von den *appendices pyloricae.* Jeder Zipfel erhält ein oder mehrere Stämmchen. In dieses Wundernetz tritt auch noch ein Gefäfs vom Magen, welches hinter der Gallenblase und Milz hergeht.

Die Wundernetze des linken Leberlappens sind mehrere Büschel, zwei gröfsere und drei kleinere Büschel. Von den gröfseren erhält der eine das

Blut von der hintern linken Seite des Magens, die anderen von den *appendices pyloricae*, von letzteren noch mehrere kleinere Venen. An der concaven Seite der Leber liegt noch ein sehr starkes, dickhäutiges Gefäfs, welches auch theils in der Leber sich verzweigt, theils mit der Basis der Wundernetze zusammenhängt. Es ist in Taf. II. *Y.* abgebildet. Dieses Gefäfs, dessen Ursprung an dem letzten Präparat nicht ermittelt werden konnte, weil der Stamm beim Herausnehmen der Eingeweide von anderen Gefäfsen des Rumpfes abgeschnitten worden, theilt sich in zwei Äste, einen der an der concaven Seite des rechten, den andern, der an der concaven Seite des mittlern Leberlappens und des mit ihm verbundenen linken Leberlappens hergeht. Bläst man diese Gefäfsstämme auf, so schwellen die Wundernetze auch an. Da aus den Wundernetzen theils viele Zweige unmittelbar sich in der Leber verbreiten, aber auch die letzterwähnten Gefäfsstämme sowohl in der Leber als in den Wundernetzen sich verzweigen, so wurden diese Gefäfse noch räthselhafter. Ist jener Stamm Arterie oder Vene? ist er ein Stamm der Pfortader, der sich aus den Wundernetzen wieder bildet und sie untereinander in Communication setzt? aber woher dann das abgeschnittene Hauptgefäfs, in welches sich die beiden Äste vereinigen. Nimmt diefs vielleicht, fragte ich mich, Venen des Rumpfes oder der Geschlechtstheile auf, die an den Wundernetzen keinen Antheil nehmen, aber doch ihr Blut in die Pfortader ergiefsen? Dagegen spricht die Stärke der Wände an diesem Gefäfsstamm und seinen Ästen. Diefs so wie die ganz aufserordentliche Stärke der dieses Gefäfs begleitenden Nerven blieben mir räthselhaft. Um darüber ins Klare zu kommen, mufste ein neuer Thunfisch und die Gefäfse *in situ* untersucht werden.

Die vorhergehenden Beobachtungen über die Leber und die Wundernetze des Thunfisches wurden mit dem letzten Abschnitte der Abhandlung und den Tafeln I. und II. der Königl. Akademie der Wissenschaften am 29. Juni 1835 mitgetheilt. Neue Materialien, die sowohl in Copenhagen als hier gewonnen wurden, veranlafsten seither noch weitere Aufschlüsse, als sie unsere gemeinschaftliche Untersuchungen bisher ergeben hatten. Die späteren Ergebnisse, bestehend aus neuen und wichtigen Mittheilungen von Herrn Eschricht und aus den Resultaten der Untersuchung eines zweiten hier angelangten Thunfisches sind in den zwei nächsten Abschnitten enthalten. Die gemeinsame Angelegenheit war uns, nachdem ich meinem Freunde im Herbste 1835 in Copenhagen persönlich über die Wundernetze der Pfortader

berichtet hatte, immer wichtiger geworden. Eine reiche Quelle eröffnete sich plötzlich in Copenhagen. Bald nach meiner Abreise von Copenhagen kam dort ein frischer im Sunde gefangener sehr grofser Thunfisch an. Herr Eschricht hat daran nicht blofs die Wundernetze der Venen des chylopoetischen Systems bestätigt, sondern eine neue und wichtige Entdeckung gemacht, dafs ein Theil der Röhren der Wundernetze arteriös ist und dafs die Arterie des chylopoetischen Systems, eben jenes mir noch räthselhafte Gefäfs, wovon vorher die Rede war, sich einestheils in die Leber verzweigt, anderntheils an der Basis der Wundernetze sich in unzählige Röhren auflöst, die einen Theil der Röhren der Wundernetze ausmachen und sich an den freien Enden der Wundernetze wieder in einzelne Gefäfse sammeln, um zu den Eingeweiden hinzugehen. Besondere Röhren der Wundernetze nehmen daher das Blut aus den Darmvenen, Magenvenen, pancreatischen Venen und aus der Milzvene auf, um es zur Leber zu bringen und besondere Röhren, die zwischen den anderen liegen, nehmen das Arterienblut auf, um es zu den Eingeweiden, zur Milz, zum *pancreas,* Magen, Darm zu bringen, während die arteriösen Gefäfse der Leber nicht erst durch die Wundernetze durchgehen. Die Wundernetze haben daher die doppelte Beziehung, zur Leber einestheils durch die Pfortader, zu allen übrigen Eingeweiden des chylopoetischen Systems durch die Arterien. Obgleich sie an der Leber liegen und an ihr angewachsen sind, haben sie doch eine gleich grofse Beziehung zu allen übrigen Organen des *systema chylopoeticum.*

Das Resultat der Untersuchungen von Hrn. Eschricht an dem letzgenannten Thunfische theile ich nun wörtlich mit.

IV. Wundernetze der Arterien des chylopoetischen Systems. Verhalten derselben zu den Wundernetzen der Pfortader und zu den Lebervenen.

(Beitrag zur Anatomie der Thunfischleber von Herrn Eschricht.)

Der Thunfisch, dessen Leber zu folgender Untersuchung benutzt wurde, kam am 29. September 1835 in Copenhagen an. Er war (angeblich am 27.) bei Helsingör in einem grofsen Fischernetz gefangen worden, das er grofsentheils zerrissen hatte. Sein Gewicht wurde auf 400 Pfund geschätzt,

seine Länge betrug von der Schnautze zum Schwanzende 8′ 10″, zum Rande des *Operculum* 2′ $2\frac{1}{2}$″, sein Umfang, wo er am gröfsten war, 4′ $2\frac{1}{2}$″. Er war männlichen Geschlechts (wie sich später ergab).

Es wurde die Bauchhöhle weit aufgeschnitten bis ans *Pericardium*, und, da die Lebermasse sehr weich war, so dafs sie bei dem Anfassen leicht rifs, näherte man sich mit vieler Vorsicht den Hauptästen ihrer Gefäfse, denen am leichtesten anzukommen war, und Herr Ibsen injicirte die zwei grofsen Lebervenenstämme, die dicht am *Pericardium* eingeschnitten wurden, mit grüner Masse; einige Arterienstämme, die an der rechten Seite der Leber neben mehreren Pfortaderzweigen verliefen, mit rother, und mehrere Pfortaderzweige mit gelber Masse. Auch wurden die Gallengänge von dem *Ductus cysticus* aus mit weifser Masse injicirt, allein mit wenigem Erfolg. Die Injectionsmassen waren sämmtlich aus gefärbtem Leim bestehend. Es dauerte diese Arbeit an dem colossalen Thiere von 1 Uhr Mittag bis in den Abend hinein, und da unterdessen die Leber noch viel mürber geworden war, wurde sie herausgenommen und in starkem Weingeist aufbewahrt. Einige Tage später versuchte Herr Ibsen wieder noch mehrere Zweige zu injiciren, was jedoch nur einen unvollkommenen Erfolg hatte. Die Leber lag darauf mehrere Wochen im Weingeist und wurde erst untersucht, nachdem die Haut längst zum Ausstopfen benutzt, das Fleisch aber in sehr vielen Portionen als efsbar vertheilt war. Die Breite der Leber betrug 2′ $3\frac{1}{2}$″, von vorn nach hinten 11″.

Die Thunfischleber ist sowohl an dem vordern convexen, als an dem hintern etwas concaven Rande mehrfach eingeschnitten und dadurch stark gelappt. Man kann auf jenem Rande 6, auf diesem 4 solcher Lappen unterscheiden, die in verschiedenem Grade getrennt sind, und selbst wiederum mehrere weniger tiefe Einschnitte haben, oder mit kleineren Anhängen versehen sind.

Die obere Leberfläche ist im Ganzen genommen convex; die untere etwas concav. Auf dieser unteren Fläche zeichnen sich einige kegelförmige Massen von den eigentlichen Lappen sogleich aus. Es sind deren 8. Die 6 gröfsten stehen paarweise und können als rechtes, mittleres und linkes Paar unterschieden werden. Jedes dieser Paare besteht aus einem vordern und einem hintern Kegel, die an ihrer Basis mehr oder weniger verbunden

sind. Aufserdem aber finden sich zwischen dem linken und dem mittlern Paare 2 nicht gepaarte kleinere Kegel.

Wo die Kegel mit ihrer Basis auf der unteren Leberfläche ansitzen, kann man mit einem Spatel zum Theil zwischen ihnen und der eigentlichen Leber eindringen, wenn man blofs etwas Zellengewebe entfernt. Sie sitzen also nicht mit ihrer ganzen Basis, als sich hiemit in die Lebersubstanz verlängernd, an; der Umkreis derselben ist nur *contiguus* damit, nicht *continuus*.

An der Anheftungsstelle der Kegel ist die Leber selbst ungemein dünn, an meinem colossalen Exemplare höchstens 3‴ dick, Diese dünneren Stellen der Leber lassen sich auf der obern Leberfläche nicht unterscheiden, auf der untern Fläche aber erscheinen sie als Vertiefungen, die sämmtliche Kegel umfassen, und mit einander mittelst schmälerer Gänge zusammenfliefsen. Sie bilden die Leberpforte.

In der Leberpforte finden sich 1) die Gallengänge, 2) einige Nervenstämme und 3) eine grofse Arterie, die wir wegen ihrer fast knorpeligen Wände die dickhäutige nennen werden. Die Pfortader tritt hingegen in die Spitzen der Kegel hinein, und die Leberblutadern aus der convexen Leberfläche heraus, ohnweit des hintern Leberrandes. An den Spitzen der Kegel befinden sich aber aufser den eintretenden Venen noch mehrere Arterienstämme mit ungleich dünneren Häuten als jene in der Pforte; und an dem rechten vordern Kegel (der besonders gut injicirt und deshalb auch besonders genau untersucht wurde), ein Nervenstamm von der Dicke eines Federkiels. Ein ähnlicher noch dickerer Nervenstamm war an der Basis desselben Kegels, oder an dem damit paarigen Kegel zu sehen.

Unter den Gallengängen ist der *Ductus choledochus* ziemlich eng, noch mehr aber sein einer Zweig, der *D. cysticus*, obgleich dieser in eine enorme (trocken 2′ 9″ lange) Gallenblase überging, die längs der Mittellinie des ganzen Unterleibes lag, so dafs sie beim Aufschneiden des Unterleibes mit Noth entging beschädigt zn werden. Der *D. hepaticus* wechselte in seiner Weite mehrmals und sehr bedeutend ab, und verlief quer über die untere Leberfläche, sich in der Pforte für die verschiedenen Leberlappen verästelnd. Auffallend war der Verlauf seines einen Zweiges zwischen den beiden mittleren Kegeln, woselbst er von der diese verbindenden Mittelsubstanz brükkenartig bedeckt wurde.

In der Leber scheinen die Lebergänge hauptsächlich dem *Tractus* der Arterienzweige zu folgen; doch sind sie in der Tiefe, wegen ihrer dünnen Wandungen, sehr schwer zu verfolgen, und ihre Injection war nur sehr unvollkommen gelungen.

Die Pfortader wird aus sehr vielen kleineren Zweigen gebildet, die in die Kegelspitzen hineintreten. Diese Zweige kommen hauptsächlich von den Verdauungswerkzeugen, vielleicht auch, wie sich vermuthen läfst, von anderen Theilen der hintern Körperhälfte ([1]). Die drei vorderen der gepaarten Kegel scheinen vorzugsweise Eingeweideblutadern, die hinteren sowohl Venen der Eingeweide als der umliegenden Theile aufzunehmen. Der Eintritt des letztern Blutes, also in die hinteren Kegel, geschieht durch viele Stämme, z. B. 14-16 für die hinteren mittleren Kegel; jeder dieser Stämme wandelt sich aber alsbald in eine platte Masse um, dem Anschein nach einen Theil der Lebermasse.

Schon vor der Injection hatte die Oberfläche der Leber zum allergröfsten Theil, nämlich überall an den Kegeln und an der convexen Oberfläche, ein gestreiftes Aussehen, wie es mir schon vor langer Zeit an einer in Spiritus lange aufbewahrten Thunfischleber aufgefallen war, und wodurch im Grunde diese Untersuchungen zuerst veranlafst wurden. Nach der Injection wurde dieses auf einmal ganz klar. Die Arterien waren roth, die Pfortader gelb, die Blutadern grün, die Gallengänge (sehr unvollkommen) weifs angefüllt.

Nach der Injection hatten die verschiedenen Leberparthieen ein auffallend buntes Aussehen, indem es fast überall gestreift mit abwechselnden Farben erschien. Die Kegel wurden durchaus roth und gelb gestreift, ohne Spur der grünen Masse oder sonst irgend einer zwischenliegenden Substanz. Die convexe Oberfläche der Leber zeigte sich fächerförmig gestreift; die Streifen hauptsächlich grüner Farbe mit weniger rothen, noch viel weniger gelben und einzelnen weifsen Streifen. Die untere Leberfläche war der Pforte zunächst ebenfalls mittelst derselben Farben gesteift; mehr nach dem vorderen Rande hin aber ohne Streifen, graubräunlich gefärbt mit isolirten dunkleren rundlichen Flecken von etwa 1''' Durchmesser.

([1]) Diese Vermuthung, die ich theilte, hat sich an dem letzten Thunfisch nicht bestätigt.
M.

Nachdem mehrere Einschnitte in die Substanz gemacht und viele Versuche angestellt worden, die einzelnen Stämme dorthinein zu verfolgen, ergab sich Folgendes.

Bau der Kegel. Sie sind wahrhafte *Corpora spongiosa*, indem sie nur aus Gefäfsgeflechten der Pfortader und der Pulsadern bestehen. Diese Geflechte von beiderlei Blutgefäfsen sind aber von einander durchaus getrennt, so dafs die Injectionsmasse nirgends aus jenem in dieses System gedrungen war. Die Gefäfsgeflechte bilden ferner keine Zellen, sondern nur sehr viele lange, ohngefähr gleich breite Röhren (etwa $\frac{1}{3}'''$ breit) [alle Messungen nur nach dem Augenmaafs genommen], die ziemlich gerade und mit der Axe der Kegel parallel durch deren ganze Länge verlaufen. Dies sieht man sowohl an der Oberfläche der Kegel, als auch bei Einschnitten in dieselbe. Bei Querdurchschnitten nehmen die Schnittflächen sich siebförmig aus durch die Menge ohngefähr gleich starker Löcher der durchgeschnittenen Röhren. An mehreren Stellen weichen jedoch die Röhren von diesem gradlinigen Verlaufe ab. So namentlich um den oben erwähnten grofsen Nervenstamm herum, welcher sich nur wenig in dem Kegel selbst verzweigend, auch ohngefähr mit der Kegelaxe durch die röhrige Substanz verläuft, und daselbst von einer zelligen Scheide eingeschlossen ist, ohngefähr wie die *Commisura anterior* im Gehirn. Um diese Scheide herum liegen die Gefäfsröhren nicht grade, sondern bilden eine Art Geflecht um sie herum. An der Basis der Kegel weichen die Röhren ganz und gar von ihrer Richtung ab, indem sie sich in die Quere legen, sich erst nach dem Centrum der Kegelbasis wendend, dann aber sich umbiegend und auswärts strahlend, um alsbald als wahre Gefäfsstämme zu erscheinen.

Die Gefäfsröhren der Kegel stehen also sowohl an deren Spitze als an deren Grundfläche mit Gefäfsstämmen in Verbindung, und dies gilt sowohl von den zum Arteriensysteme als von den zum Pfortadersysteme gehörigen Röhren. Die Gefäfsröhren sind analog den Wundernetzen überhaupt, zumal aber denen an den Pulsadern der Extremitäten der trägen Säugethiere. Die Thunfische wären Leberfaulthiere zu nennen, wenn nicht im Grunde diese Kegel gar nicht wesentlich zur eigentlichen Leber gehörten, sondern nur als Divertikel anzusehen wären des Kreislaufs der hinteren Körperhälfte überhaupt, zumal aber al-

lerdings des Kreislaufs in den Verdauungseingeweiden, wie sich sogleich ergeben wird.

Es entsteht nämlich jetzt die Frage, ob die Blutbahn in jedem Kegel von der Spitze nach der Basis, oder von dieser nach der Spitze hingeht, eine Frage, deren Lösung bei der Untersuchung der Theile im Zusammenhange sich sogleich ergeben mufs, jedoch auch durch die Untersuchung der isolirten Leber sich entscheiden läfst.

Die Gefäfsstämme, mit denen die Kegelröhren an den Grundflächen in Verbindung stehen, liegen in der Pforte, und von hier aus verzweigen sich die Pfortaderstämme in die Leberlappen hinein und nur in diese; also offenbar eine spätere oder zweite Verästelung. Für die Pfortaderblutröhren wäre also die Frage leicht beantwortet; das Blut tritt aus den Verdauungseingeweiden in die Spitzen der Kegel, um darin in mannigfaltige Röhren zu zerfallen, und wiederum in der Pforte zusammenzutreten und sich dann erst auf die gewöhnliche Weise für die Leberlappen zu vertheilen.

Dafs die Blutbahn für die Arterien hiermit übereinstimmend sei, liefse sich vielleicht daraus vermuthen, dafs auch sonst das Arterienblut mit dem Pfortaderblute einen Weg nimmt, es ist hier aber offenbar umgekehrt. Erstlich kommen die Pfortaderzweige von den Unterleibseingeweiden her, das Arterienblut kann nicht daher kommen, sondern mufs dorthin gehen. Zweitens sind die Arterienstämme in den Kegelspitzen ziemlich dünnwandig, die in der Pforte hingegen sind sehr dickhäutig, so dafs das Durchschneiden der sogenannten dünnen Leberstellen etwas Knorpeliges spüren läfst. Sie sind Äste der dickhäutigen Arterie in der Leberpforte, und sie verzweigen sich wiederum, die secundären oder wahren Pfortaderäste begleitend, in die Leberlappen hinein. Für diese Ansicht spricht aufserdem auch noch der Umstand, dafs jener grofse Nervenstamm (*Vagus*) des rechten vordern Kegels auch nur ein durchgehender ist und zwar so, dafs er an der Basis hinein, an der Spitze heraustritt, in dem Kegel nur wenige Äste von sich schickend, alle mehr nach der Spitze hingerichtet, den letzten an der Spitze ausgenommen, der allerdings in die Kegelspitze hinein zurückläuft.

Die Blutbahn des arteriellen Blutes ist demnach folgende. Die dickhäutige Arterie ist der gemeinsame Stamm der Leberarterien und der Arterien für die Verdauungseingeweide. In der Pforte verzweigt sie sich eines-

theils als wahre Leberarterie in die Leberlappen hinein, mit ihren Zweigen denen der Pfortader folgend, anderntheils aber zerfällt sie in unzählige dünne Röhren, die in ziemlich stumpfen Winkeln von ihren Hauptzweigen entspringen und darauf (mit den ähnlichen Wundernetzröhren der Pfortaderstämme) die schwammigen Kegel bilden, um sich wieder, aber in sehr spitzen Winkeln, in Äste zu sammeln (an den Spitzen der Kegel) und ihrer Bestimmung gemäfs an die Verdauungseingeweide zu treten.

Wir gehen jetzt zur Beschreibung der eigentlichen Leberlappen. Es ist bereits angeführt worden, dafs die Lebervenen von der convexen Leberfläche dicht an ihrem hintern Rande entspringen; dafs dieselbe Fläche durch die Injection sehr dicht mit grünen (Farbe der Leberblutadern) Streifen bedeckt wurde, die fächerförmig über die ganze Fläche nach dem vordern Rande ausstrahlen, und dafs hiermit seltnere Zweige der Pfortader, der Leberarterien und einzelne der Gallengänge parallel verlaufen. Ferner wurde bemerkt, dafs zwar auch an der untern Fläche, wenigstens an ihrem zunächst der Pforte liegenden Theile, eine ähnliche fächerförmige Ausbreitung Statt hatte, sonst aber hier die Leberoberfläche mehr gleichförmig graubräunlich erschien mit isolirten dunkleren Flecken.

Die Streifen, die sich an der Oberfläche der Leberlappen zeigen, rühren allerdings auch von ziemlich gleichdicken, gerade gestreckten, also röhrenförmigen Gefäfszweigen her, und namentlich von allen drei Gefäfsklassen (besonders aber den Leberblutadern), so viel ich weifs, auch von den Gallengängen. Doch haben diese Röhren eine ganz andere Bedeutung als die der Kegel. Es sind keine Wundernetze. Ihre lineare Form rührt nur daher, dafs überhaupt die Leber sehr regelmäfsig von der Pforte aus in Unterabtheilungen zerfällt, ohngefähr in folgender Form:

Zunächst der Pforte ist die ganze Lebersubstanz allerdings röhrenförmig. Von hier aus verästeln sämmtliche Zweige sich auch nur schwach, verbreiten sich aber erst nach dem vorderen Rande hin, dann gebogen mehr der unteren Fläche zu. Auf diesem Wege tritt aber mehr und mehr eine körnige Substanz zwischen die Gefäfsröhren, und zunächst an der untern Fläche und dem vordern Rande zu macht diese Substanz einen grofsen Theil des Ganzen aus. Zerreifst man die Lebersubstanz, zumal an etwas macerirten Stücken, so bricht sie immer parallel mit der angegebenen Richtung, erscheint aber nicht zellig, wie jene Kegel, sondern körnig, durch

die den Gefäfsen anhängende Substanz. Die Gefäfse erscheinen hiedurch wieder oft wie mit blinden Anhängen versehen, doch fand ich nirgends die Injectionsmasse von einem Aste aus in sie hineingetreten.

Wenn die Natur dieser körnigen Masse genügend erläutert werden könnte, so würden wir beim Thunfisch wohl die erste Leber haben, deren Bau hinlänglich ergründet wäre. So bleibt uns aber gewöhnlich eine — oft nur eine kleine — allein leider eine wichtige Brücke übrig, wo wir nicht hinüberkommen können.

Gehen wir also auf einem Umwege jenseits dieser Brücke, und folgen dem zurückkehrenden Lebervenenblut, so sammelt sich dies in zwei grofse Becken, die auf der convexen Fläche der Leber transversal liegen, ohnweit des hintern Randes verlaufen, und von dort aus ergiefst es sich in zwei sehr grofse Stämme, die alsbald in den venösen Sinus sich ergiefsen.

So weit reichen die besonderen Mittheilungen von Herrn Eschricht.

V. Verhalten der übrigen Eingeweide und Gefäfse.

Das Wesentliche der ganzen Untersuchung war nun ermittelt. Was noch aufzuklären übrig blieb, war das Verhältnifs der Venen der Geschlechtstheile und Harnwerkzeuge zu den übrigen Venen. Frühe genug, um auch dieses vor dem Abschlufs unserer Arbeit aufzuhellen, langte in Berlin noch gegen Mitte April ein schon im Herbste 1835 von Montpellier abgegangener Thunfisch (*Thynnus vulgaris*) von 3 Fufs Länge an, dessen Besorgung wir abermals der Gefälligkeit des Herrn Lichtenstein in Montpellier verdanken. Zugleich war Herr Eschricht so gütig, mit dem vorher mitgetheilten Bericht die injicirte Leber des für Copenhagen acquirirten Thunfisches hieher zur Vergleichung zu senden, nachdem derselbe schon lange vorher die Resultate seiner Untersuchung brieflich mitgetheilt hatte. Zur Vervollständigung der letztern habe ich nach Untersuchung der injicirten Leber nichts zuzusetzen.

Eine Beobachtung, die ich zuletzt noch hier an dem zweiten Thunfisch von Montpellier gemacht habe, betrifft eine merkwürdige Eigenthümlichkeit im Bau der Nieren. Die Eingeweide dieses Thieres wurden *in situ* präparirt, nachdem die Seitenwände des Rumpfes abgeschnitten worden, und hiernach wurde die Zeichnung Tab. III. Fig. 6. entworfen.

Die Nieren des Thunfisches liegen nicht wie bei den meisten Fischen in der Länge der obern Bauchwand, sondern blofs über dem vordern Theile der Bauchhöhle, und zwar die Hauptmassen, innerhalb des Schultergürtels zu beiden Seiten des Anfangs der Aorta, wo sie aus der Vereinigung der Kiemenvenen entsteht, über dem Schlund und über und hinter den Kiemen. Siehe Tab. III. Fig. 5. Ihr vorderes Ende reicht bis an die vorderen Kiemenvenen und fast bis in die Nähe des Hinterhaupts; die beiden hinteren Kiemenvenen jeder Seite sind schon von den Nieren von oben bedeckt. Von dem Anfang der Aorta bis zu der Stelle, wo rechts und links die grofsen Arterien für die seitlichen Rumpfwände abgehen, sind die Nieren getheilt und zwischen ihnen liegt der stärkste Theil der Aorta. Von dieser Stelle an verschmelzen die Nieren, vor der Fortsetzung der Aorta als *arteria caudalis*, mit einander zu einer Masse und von dem verschmolzenen Theil der beiden Hauptmassen setzt sich die untere Hälfte der Nieren unpaarig und schmal an der Mitte der obern Bauchwand noch eine Strecke fort, ohne jedoch die Hälfte der Länge der Bauchhöhle zu erreichen. Der vordere paarige Theil der Nieren ist sehr dick und breit, liegt mit der äufsern und obern Fläche dicht an dem äufsern und obern Theil der inneren Rumpfwandungen und des Schultergürtels an; der schmälere hintere Theil ist hingegen sehr dünne. Die Niere besteht deutlich aus kleinen platten Lappen, wie man besonders an dem obern Theil und an dem hintern schmalen Theil derselben sieht. Dicht vor dem hintern Ende theilt sich die unpaarig gewordene Niere wieder in zwei kurze Endlappen, aus denen jederseits ein Ast des Ureters hervorgeht. Beide Äste vereinigen sich sogleich unter spitzem Winkel zu einem unpaaren Kanal, welcher als eine dickhäutige Röhre in der Mittellinie der hintern Bauchwand herab läuft. Nur der Anfang des Ureters der Thunfische ist also doppelt; der durch den gröfsten Theil der Bauchhöhle herabgehende Stamm ist unpaarig, eine Bildung, die uns noch von keinem Fische bekannt ist. Nach Eröffnung der Bauchhöhle werden weder die Nieren noch der Ureter sogleich sichtbar. Sie sind durch eine fibröse Haut von der Bauchhöhle geschieden, die man erst wegnehmen mufs, um sie zu sehen. Wo diese Haut vor dem unpaarigen Ureter herabgeht, ist sie sehr stark und fest. Mit der untern Wand des hintersten Endes des Ureters ist der Körper der 1 Zoll langen, festen Urinblase verbunden. Die Harnröhre geht hinter dem Mastdarm in den für die Geschlechtstheile und Harnwerkzeuge,

bestimmten Ausgang über, dessen Mündung, wie gewöhnlich bei den Fischen, hinter dem After liegt.

Der Anfang der Aorta entsteht aus den zwei ersten Paaren der Kiemenvenen. Die beiden ersten Kiemenvenen verbinden sich jederseits zuerst zu einem gemeinschaftlichen Stamm, beide gemeinschaftliche Stämme, *venae branchiales communes*, gehen unter spitzem Winkel, rückwärts gerichtet, zusammen. Hierdurch entsteht der unpaare Anfang der Aorta zwischen den vorderen Enden des paarigen Theiles der Nieren. Der Anfang der Aorta nimmt dann noch die zwei hinteren Kiemenvenen jeder Seite auf. Vom Anfang der Aorta bis zum Abgang der Arterien der seitlichen Rumpfwände, *arteriae axillares* (?), ist die Aorta sehr dick. Von diesem Theil der Aorta gehen mehrere Nierenarterien seitlich und die einzige grofse Arterie des chylopoetischen Systems nach unten und hinten ab. Die *arteriae axillares* selbst durchbohren mit den *venae axillares* die hinteren Theile der seitlichen Hauptmassen der Nieren, um zu den Muskeln der Bauchwände zu gelangen, schief. Während des Durchganges geben die *arteriae axillares* auch noch Zweige für die Nieren ab. Nach dem Abgang der *arteriae axillares* wird die Aorta plötzlich mehr als um die Hälfte dünner im Durchmesser. Dieser Theil der Aorta läuft nur eine kurze Strecke noch über dem hintern unpaaren Theil der Nieren, der hier noch Zweige erhält, weiter und tritt dann in den Kanal der unteren Dornfortsätze, bis er als *arteria caudalis* endigt. Der Kanal der unteren Dornfortsätze beginnt beim Thunfisch schon über dem vordern Theil der Bauchhöhle am neunten Wirbel, indem die hinteren Rippen an den unteren Dornen hangen; erst am neunzehnten Wirbel beginnt der Schwanz. In dieser ganzen Länge liegt also die Aorta schon in dem Kanal der unteren Dornfortsätze.

Die *arteria systematis chylopoetici* geht mit den starken Nerven der Verdauungsorgane zwischen Schlund und Niere abwärts, kommt rechts vom Schlunde zur concaven Fläche der Leber und theilt, Zweigelchen an das Diaphragma und die Umgegend gebend, sich hier in zwei Äste, wovon der eine an der concaven Fläche des rechten Leberlappens, der andere an derselben Fläche des mittlern und linken Leberlappens hergeht. Da wo sie an der Basis der Wundernetze ihrer Lappen hergehen, geben sie viele Zweige in die concave Fläche der Leber, *arteriae hepaticae*, der ganze übrige Theil dieser zwei Arterienäste vertheilt sich ganz in die Basis der Wundernetze und bildet den

arteriösen Theil derselben. Aus den Wundernetzen sammeln sich die arteriösen Zweige wieder in die früher beschriebenen Stämme von viel dünneren Wänden als vor dem Eintritt der Arterien in die Wundernetze. Die aus den Wundernetzen entstehenden arteriösen Stämme verzweigen sich überall in Begleitung der Venen am Magen, Darm, an der Milz und an den *appendices pyloricae.* Alle Arterien des ganzen chylopoetischen Systems mit Einschlufs der Leber kommen aus jener einzigen Arterie, und alle Zweige derselben, die für den Magen, Darm, die Milz, das Pancreas bestimmt waren, lösen sich erst in die Wundernetze auf. Die Arterien der Geschlechtstheile konnte ich ohne Injection nicht finden.

Der Sinus aller Körpervenen, der mit dem Vorhof zusammenhängt, hat links einen zipfelförmigen Anhang. Der Sinus nimmt von unten die beiden Lebervenenstämme, nachdem sie das Diaphragma durchbohrt haben, auf; von unten und vorn empfängt er eine Vene von der untern Wand der Kehlgegend, *vena jugularis inferior*, links und rechts nimmt er die *venae cavae communes* auf, wovon jede aus einem vordern und hintern Ast entsteht, der vordere Ast liegt an der untern Seite des obern paarigen Theils der Nieren zwischen diesem und dem Herzbeutel, *vena jugularis* der hintere durchbohrt den untern Theil der paarigen Hauptmasse der Niere auf jeder Seite, nimmt Nierenvenen auf diesem Wege, dann auch die Venen des Hodens auf und endigt als hintere Hauptvene der muskulösen Seitenwände *vena axillaris* oder *vena lateralis posterior.* Da wo die Fortsetzung der Aorta in den Kanal der unteren Dornfortsätze kommt, tritt kein Venenstamm aus diesem Kanal heraus. Man sieht, dafs die Anordnung der Hauptvenenstämme von derjenigen bei anderen Fischen etwas verschieden ist.

VI. Wundernetze bei anderen Fischen.

Die Wundernetze des Thunfisches sind nicht die einzigen Erscheinungen dieser Art in der Klasse der Fische. Für's erste scheint diese Bildung bei den Arten der Gattung *Thynnus* allgemein zu sein. Wir haben Gelegenheit gehabt aufser *Thynnus vulgaris* auch *Thynnus brachypterus* zu untersuchen. Herr Dr. Grube hatte die Gefälligkeit, aus Cette das Bauchstück eines Thunfisches hieher zu senden, woran ich den *Thynnus brachypterus Cuv.* erkennen konnte, weil gerade dieser Thunfisch eine kleine silberglänzende Schwimmblase hat, wie Cuvier angiebt. Die Wundernetze verhalten

sich ganz wie bei *Thynnus vulgaris*, auch die Nieren liegen an derselben Stelle und der Ureter ist unpaarig wie dort. Die Wundernetze nehmen auch hier von denselben Theilen das Blut auf, nur gelangt hier das Blut der kleinen Schwimmblase auch in die Pfortader und zwar in das hintere der Wundernetze der rechten Seite; diese kleine Vene nimmt das Blut von der Oberfläche der Schwimmblase und der hintern Fläche des Peritoneums, wo es auf der Schwimmblase liegt, auf; noch andere Venen als die des chylopoetischen Systems gehen auch hier nicht in die Wundernetze ein. *Pelamis* und *Thyrsites* habe ich noch nicht untersuchen können. Bei *Scomber scombrus* habe ich keine Wundernetze gefunden. Aber schon habe ich Gelegenheit gehabt, eine ähnliche Bildung bei einem Knorpelfische aus der Ordnung der Plagiostomen, bei *Squalus* (*Lamna*) *cornubicus* zu beobachten. Vor Kurzem erhielt das Königliche anatomische Museum ein sehr grofses Exemplar von *Squalus cornubicus*, das bei Copenhagen gefangen war, in Salz. Herr Eschricht hat diesen grofsen weiblichen Hai als Tauschgegenstand für uns acquirirt und frisch abgesandt. Obgleich die Tonne lange Zeit unterwegs gewesen, so hatten sich doch die Eingeweide in so weit erhalten, dafs sie untersucht werden konnten. Beim Herausnehmen derselben wurde ich auf zwei aus lauter Blutgefäfsen zusammengesetzte Massen aufmerksam, welche im obersten Theile der Bauchhöhle zu jeder Seite des Schlundes, zum Theil noch über der Leber lagen. Sie hatten eine pyramidale plattgedrückte Form; so dafs die Basis der Pyramiden nach hinten gerichtet war. Sowohl ihre Form als ihr Bau stimmten ganz mit den Wundernetzen des Thunfisches überein. Sie bestanden nämlich aus lauter der Länge nach verlaufenden anastomosirenden Blutgefäfsen, welche vom obern und untern Theil der Massen vollständig aufgeblasen werden konnten. Am obern und untern Theil der Gefäfskörper bildeten die Gefäfse weitläufige Communicationen und gingen in Stämme über. Ich konnte auch arteriöse und venöse Gefäfse an diesen Körpern unterscheiden. Die abgeschnittenen Gefäfse gingen vom obern Theil der Massen büschelförmig aus. Hier traten sie auf jeder Seite des Schlundes in das Innere der Wundernetze. Woher die Stämme kamen, liefs sich an den ausgeschnittenen Eingeweiden nicht mehr unterscheiden. Der arteriöse Theil der Wundernetze schien überall von venösen Geflechten durchflochten. An der Basis der Wundernetze sammelten sich viele (arteriöse?) Gefäfse wieder in Stämme, welche sich an den Eingeweiden des

chylopoetischen Systems aber auch in der Leber selbst verbreiteten. In letzterm Punkt schien die Bildung mit den Wundernetzen des Thunfisches nicht überein zu kommen. Der venöse Theil der Wundernetze verhielt sich aber entschieden anders. Er wurde nicht von der Pfortader gebildet, denn diese trat ganz und unmittelbar zur Pforte, um sich in den beiden gar langen platten Leberlappen zu verbreiten. Die Lebervenenstämme hingegen, statt sogleich zum Sinus der Körpervenen zu gelangen, verliefen an der Basis der Wundernetze her und gaben eine grofse Menge von Büscheln in die Wundernetze ab; während am obern Theil der Wundernetze diese Gefäfse sich wieder in grofse Becken sammelten. Diese letzteren Becken waren indefs beim Ablösen der Eingeweide von der obern Bauchwand gerade durchgeschnitten. Wie sich die Gefäfse weiter verhalten, liefs sich nicht mehr ermitteln. Überhaupt konnte bei dem verdorbenen Zustande der Eingeweide nur das Allgemeinste erkannt werden; und wird es von weiteren Untersuchungen abhängen, wie weit diese vorläufige Mittheilung erweitert und ergänzt werden kann. Die Nieren des *Squalus cornubicus* liegen nicht wie beim Thunfisch im vordersten Theil der Bauchhöhle, sondern in der hintern Gegend derselben, wie gewöhnlich bei Haifischen. Auffallend war das Zerfallen der Milz in eine grofse Menge von Läppchen und die aufserordentliche Dicke des *Ductus choledochus,* die von seinen ungemein starken Wänden abhängt. Dieser ganz von einem muskulösen Gewebe mit deutlichen Längsfasern umgeben, senkt sich in den Anfang des mit der Spiralklappe versehenen Theils des Darms. Nach dem Herausnehmen der Augen fand sich beim Skeletiren auf dem Grunde der Augenhöhle auch ein Gewebe von gewundenen Röhren, dessen Zusammenhang nicht mehr erkannt werden konnte. Ich habe mehrere Haie aus den Gattungen *Scyllium, Galeus, Squatina, Mustelus, Spinax, Centrina, Zygaena* (*Tiburo*) auf die Wundernetze der Bauchhöhle untersucht, aber bei keinem eine analoge Bildung vorgefunden. Die einzelnen Gattungen der Familie der Haifische haben so viele anatomische Eigenthümlichkeiten, dafs uns diese Verschiedenheit nicht sehr wundern darf. Auch die Rochen der Gattungen *Myliobates, Raja, Trygon, Torpedo, Rhinobatus,* die ich untersuchte, zeigten keine analoge Bildung. Die Leber des *Squalus cornubicus* besitzt nicht den ausgezeichnet strahligen Bau der Lebervenen, wie die Leber des Thunfisches, obgleich die Gefäfse zum Theil divergirend lange Strecken hingehen.

VII. Bedeutung der Wundernetze.

Dafs die verschiedenen Venen, welche die Pfortader zusammensetzen, einzeln zur Leber treten, kommt bei den Fischen öfter vor. Rathke hat davon mehrere Beispiele beobachtet. Aber die ungeheuren Wundernetze bei diesem Übergang sind eine noch nicht beobachtete Bildung. Eben so wenig hat man bisher einen Fall bemerkt, der einigermafsen eine Parallele zu den Wundernetzen der Arterien des chylopoetischen Systems bildete. Dafs die Arterien des Darmkanals bei allen Thieren anastomotische Bogen erster, zweiter, dritter Ordnung bilden, kann hier nicht angeführt werden. Denn zum Wesen eines Wundernetzes gehört, dafs die Stämme wieder einfach oder in geringer Zahl aus der netzförmigen Auflösung hervorgehen. Eine geflechtartige Vertheilung einer Arterie, ohne Entwickelung eines neuen Stammes, mag wohl mit dem wahren Wundernetze einige Verwandtschaft haben, indefs steht sie doch dem gewöhnlichen anastomotischen Verhalten der kleineren Arterien näher, welche überall, lange vor dem Übergang in die Capillarnetze, Netzwerke bilden. Die Auflösung eines Arterienstammes in ein Netz, das nicht zur bequemern Vertheilung des Blutes bestimmt ist, sondern das Blut in einen neuen Stamm sammelt, zeigt hingegen einen geheimen besondern Zweck der Natur in der Anordnung dieser Apparate an. Vergleicht man die Wundernetze der Eingeweide der Thunfische mit ähnlichen Bildungen anderer Thiere, so erkennt man, dafs sie zu den wenigen wahren Wundernetzen gehören, und dafs sie die zusammengesetztesten aller bis jetzt bekannt gewordnen Bildungen dieser Art sind. Ohne Zweifel müssen sich die Erklärungen des Zwecks der Wundernetze an ihnen prüfen lassen.

Die Wundernetze an den Extremitäten der Stenops und Tarsius, der Faulthiere, der Ameisenfresser und am Schwanz der letztern, an der *carotis cerebralis* der Wiederkäuer, an der *arteria ophthalmica* einiger Säugethiere und Vögel, am Penis der Vögel, an den *venae iliacae* und Intercostalarterien der Delphine, an der sogenannten Carotisdrüse der Frösche sind bekannt ([1]).

([1]) Wir verweisen in dieser Hinsicht auf die Schriften von Carlisle, Vrolik, Rapp, Huschke, Barkow, v. Baer, Breschet.

Carlisle *Philos. Transact.* 1800. *Account of a peculiarity in the distribution of the arteries sent to the limbs of slowmowing animals. Continuation Philos. Transact.* 1804.

Vrolik *disquisitio anatomico-physiologica de peculiari arteriarum extremitatum in nonnullis animalibus dispositione. Amstelod.* 1826.

Die Erklärungen, welche sich für diese Bildungen anführen lassen, legen ihnen zum Theil einen mechanischen Zweck zu Grunde, wie man in der Vermehrung der Oberflächen und in der Kleinheit der Röhren eine Ursache zur örtlichen Verlangsamung des Blutstroms im Gegensatz der Geschwindigkeit desselben in den übrigen Theilen erkennt, indem die Wirkungen der Reibung und der Capillarität in diesen Bildungen zunehmen. Hieran hat man bei dem Wundernetz der *Carotis cerebralis* gedacht. Es ist merkwürdig dafs die Thiere, bei denen wahre Wundernetze an den Extremitäten vorkommen, wie die Faulthiere und Stenops, sich durch die Langsamkeit ihrer Bewegungen auszeichnen. Anderntheils hat man bei den Wundernetzen der Arterien der Extremitäten und des Schwanzes daran gedacht, dafs diese Bildungen bei den anhaltenden Anstrengungen der Muskeln beim Klettern die Strömung des Blutes erleichtern und die Hindernisse aufheben, welche durch die Zusammenziehung der Muskeln für die Bewegung des Blutes entstehen können. Die letztere Erklärung läfst sich nicht auf die Wundernetze anwenden, welche dem Muskeldrucke nicht ausgesetzt sind, wie die Wundernetze der *Carotis cerebralis* der Wiederkäuer, der *Carotis* der Frösche, die arteriösen und venösen Wundernetze des Thunfisches und des *Squalus cornubicus*. Der Umstand, dafs bei den Thieren mit einem Wundernetz der *Carotis cerebralis* nach Rapp's Beobachtung die *arteria vertebralis* gar nicht das Gehirn mit Blut versieht, zeigt ziemlich deutlich, dafs in diesen Fällen mehr eine Retardation der Blutströmung bezweckt ist. Diese Erklärung hat den Vortheil, dafs sie auf alle Wundernetze angewandt werden kann, wenn man auch den Zweck einer örtlichen Retardation der Blutströmung im Gegensatz der übrigen Theile nicht einsieht. Auf die arteriösen und venösen Wundernetze des Thunfisches und des *Squalus cornubicus* liefse sich jene Erklärung folgendermafsen anwenden. Die gewöhnliche Anordnung des Pfortadersystems bei allen Thieren wird schon Ursache zu einer localen Verlangsamung des Blutstroms in den Capillargefäfsen des Darms, der Milz und der Leber sein.

Rapp über das Wundernetz (der Carotis). Meckel's Archiv für Anat. und Physiol. 1827.
Huschke über die Carotidendrüse einiger Amphibien. Tiedemann's Zeitschr. f. Phys. IV. 1.
Barkow anatom. physiol. Beobachtungen. Meckel's Archiv für Anat. und Physiol. 1829.
v. Baer über das Gefäfssystem des Braunfisches. *Nov. Act. Nat. Cur.* XVII.
Breschet *hist. anat. et physiol. d'un organede nature vasculaire de couvert dans les cetacés.* Paris 1836.

Dadurch dafs das vom Darm, von der Milz und dem Pancreas kommende Blut noch ein zweites Capillargefäfssystem, nämlich das der Pfortader in der Leber durchgehen mufs, mufs die Bewegung des Blutes in den Gefäfsen des ganzen chylopoetischen Systems etwas langsamer als in den übrigen Theilen des Körpers sein, deren Blut, nachdem es den Widerstand der Reibung und Capillarität eines einfachen Capillargefäfssystems überwunden hat, sogleich wieder in die allgemeine Strömung gelangt. Die Wundernetze des Pfortadersystems beim Thunfisch werden die Blutbewegung noch mehr verlangsamen als es schon im Pfortadersystem der übrigen Thiere geschieht. Die tausende von feinen Röhren, durch welche alles Blut der Pfortadern durchgehen mufs, ehe es in die Leber gelangt, vermehren die Hindernisse durch einen neuen Widerstand der Reibung und der Capillarität, und dem zufolge wird das Blut sowohl in den Capillargefäfsen des Darms als der Pfortaderzweige der Leber noch langsamer als bei anderen Thieren fliefsen. Die Wundernetze der Arterien des chylopoetischen Systems beim Thunfisch bilden abermals ein neues Hindernifs, welches auf alle in Hinsicht des Blutstromes hinter diesen Netzen liegenden Theile zurückwirkt, also auch wieder den Durchgang durch die Gefäfse des Darms, der Milz und der Leber verlangsamt. Beim Thunfisch könnte man aus den Wundernetzen der Pfortadern auf eine Beziehung dieser Wundernetze zur Leber schliefsen. Bei den Wundernetzen des *Squalus cornubicus*, an welchen die Pfortader keinen Antheil nimmt, fällt diese Beziehung weg. Nimmt man indefs die obige Erklärung des Zwecks der Wundernetze an, so pafst dieselbe ebensogut auch auf die Wundernetze des *Squalus cornubicus*. Denn die Bewegung des Blutes wird hier in denselben Theilen gleich stark local gehemmt werden. Der Ursprung des arteriösen Theils der Wundernetze hat dort nicht aufgeklärt werden können; in Hinsicht des Hindernisses, welches aus den venösen Netzen hervorgeht, ist es aber für das ganze chylopoetische System gleich, mag die Hemmung vor dem Durchgang des Blutes durch die Leber oder nach demselben angebracht sein. In beiden Fällen wird die Blutbewegung im ganzen chylopoetischen System langsamer werden.

Es läfst sich vor der Hand nicht erweisen, ob diese Erklärung richtig ist. Die Verschiedenheit in der Anordnung des venösen Theils der Wundernetze beim Thunfische und *Squalus cornubicus* spricht aber dafür. Denn dafs das Blut, nachdem es das ganze chylopoetische System verlassen, ehe es zur

Masse des übrigen venösen Blutes gelangt, noch Wundernetze durchkreisen soll, kann wohl mechanisch auf die Bewegung des Blutes im ganzen chylopoetischen System zurückwirken, aber das Blut nicht qualitativ für die Verbreitung in der Leber verändern. Letztere Voraussetzung ist nur beim Thunfisch möglich, wo die venösen Wundernetze vor dem Durchgang des Blutes durch die Leber liegen.

Ob nun in den Wundernetzen des Thunfisches und überhaupt in Wundernetzen nicht auch qualitative Umänderungen des Blutes statt finden, läfst sich nicht bestimmt entscheiden. Mehrere Gründe veranlassen uns indefs vor der Hand diese Idee nicht aus den Augen zu verlieren.

Die lymphatischen *plexus* und ihr Übergang in Lymphdrüsen, die wesentlich aus feinerer Vertheilung der Lymphgefäfse bestehen, liefern eine gute Parallele zu den Blutgefäfsbildungen, die hier genannt sind. Was sind die Lymphdrüsen anders als Wundernetze der lymphatischen Gefäfse, die zwischen die *vasa adferentia* und *efferentia* gelegt sind? Hier sind die qualitativen Veränderungen, die chemische Einwirkung der vermehrten thierischen Oberflächen offenbar der Zweck und ganz dasselbe könnte in den analogen Bildungen der Blutgefäfswundernetze der Eingeweide angenommen werden.

Vielleicht liegt in den Wundernetzen der Thunfische und in der chemischen Action der Gefäfswände und des Blutes eine Hauptquelle der bedeutenden eigenthümlichen Temperatur der Thunfische, die J. Davy entdeckte (1). Derselbe beobachtete schon vor mehreren Jahren, dafs *Thynnus Pelamys Cuv.* eine Temperatur von 99° F. hatte, während das Medium 80°,5 zeigte. Nach Schiffernachrichten soll der gemeine Thunfisch, *Thynnus vulgaris*, auch warmblütig sein und nach denselben Aussagen sollen auch die anderen Arten dieser Gattung eine höhere Temperatur besitzen. J. Davy vermuthet, dafs die hohe Lage der Nieren in der Nähe der Kiemen bei den Thunfischen mit der Wärmeerzeugung im Zusammenhange stehe, insofern die Kiemennerven so aufserordentlich stark und mit grofsen Ganglien versehen sind. Diese Vermuthung ist unwahrscheinlich. Aus der blofsen Lage der Organe läfst sich für ihre Functionen kaum jemals etwas folgern. Die Nebennieren z. B., in der Nähe der Nieren, haben mit diesen nicht den geringsten physiologischen Zusammenhang; sie könnten ebensogut im Becken oder

---

(1) *L'institut. Journal général des sociétés et travaux scientifiques.* No. 108.

gar in der Brusthöhle liegen, und oft trennen sich Nebennieren und Nieren ganz von einander, indem die letzteren ihre Lage verlassen und tief herabsinken. Der Versuch, aus der Lage der Eingeweide Schlüsse in Beziehung auf den physiologischen Zusammenhang zu machen, hat sich auch in Hinsicht des Verhältnisses der Wolffschen Körper, der Nieren, Nebennieren und Hoden nicht gerechtfertigt.

Von *Thynnus Pelamys*, an welchem J. Davy allein seine Beobachtung anstellte, während das vom gemeinen Thunfisch Beigebrachte auf Fischernachrichten beruht, haben wir noch keine Kenntnisse in Hinsicht des Vorhandenseins der Wundernetze. Indessen läfst es sich nicht bezweifeln, dafs eine so ausgezeichnete Bildung den verschiedenen Arten der Gattung *Thynnus* zugleich zukommen werde. Da die aufserordentlich starken Eingeweidenerven nach Hrn. Eschricht's Beobachtung nicht blofs durch die Wundernetze durchgehen, sondern ihnen auch Äste abgeben, so wird es einigermafsen wahrscheinlich, dafs in diesen Organen ein eigenthümlicher chemischer Prozefs stattfinde. An noch lebenden Thunfischen angestellte Beobachtungen über die Temperatur verschiedener Theile des Körpers, namentlich der Wundernetze und der davon entfernteren Organe werden die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Supposition bald entdecken lassen. Eben so wichtig werden in dieser Hinsicht Beobachtungen über die eigene Temperatur des *Squalus cornubicus* werden können.

VIII. Analogien des eigenthümlichen Baues der Lebergefäfse.

Nachdem das Wesentliche der vorher beschriebenen Bildungen erkannt war, suchte ich nach Analogien bei anderen Fischen. Bei unseren Flufsfischen liefs sich nichts ähnliches erkennen. Vorzüglich begierig war ich indefs andere Scomberoiden zu untersuchen. Bei *Caranx trachurus* suchte ich vergebens ähnliche Bildungen der Blutgefäfse. Die Exemplare von *Scomber colias*, die ich untersuchen konnte, waren ohne Eingeweide; indessen habe ich mich in Copenhagen an der frischen Makrele *Scomber scombrus* überzeugt, dafs der Bau ihrer Leber sich ganz vom Thunfisch entfernt und dafs sie keine Wundernetze besitzt. Dagegen fand ich bei *Auxis vulgaris* des mittelländischen Meeres einen Anfang von strahliger Bildung der Lebervenen, ohne Sinus. Unter vielen anderen von mir unter-

suchten Fischen des mittelländischen Meeres, welche Hr. Dr. C. W. Schultz (jetzt in Neapel) dem anatomischen Museum als sehr schätzbares Geschenk überwiesen hat, ist mir nur noch ein einziges Beispiel von strahliger Bildung der Lebergefäfse vorgekommen. Bei der Bestimmung und Ordnung der Fische der Schultzschen Sammlung traf ich in einem Glase zwei von einander getrennte grofse Leberlappen mit dem davon getrennten Darmkanal eines grofsen Knorpelfisches aus der Ordnung der Plagiostomen, wie sich aus dem gleichzeitigen Vorhandensein des dichten Pancreas und der Spiralklappe des Darmes ergab. Die ganz platten Leberlappen mit parallelen Seitenrändern, abgerundetem Endrande gehören offenbar zusammen; der eine ist 1 Fufs, der andere 8 Zoll lang, beide $3\frac{1}{2}$ Zoll breit. An dem Seitenrand des einen Endes der Leberlappen treten alle Gefäfse aus und ein, von wo aus der ganze Leberlappen aufgeblasen werden konnte. Diese Gefäfsstämme laufen oberflächlich der Länge nach auf der platten Fläche der Lappen hin, ohne Sinus zu bilden, und schicken lauter schief abgehende theils parallele, theils (am Ende der Leber) strahlige Zweige nach der Peripherie hin, so dafs diese Gefäfse durchaus einer Federfahne gleichen. Beim Aufblasen zeigte sich ihre strahlige Verbreitung nur auf der flachen Seite der Leber. Alle vom stumpfen abgeschnittenen Ende der Leber in sie eindringenden Gefäfse zeigten jenes Verhalten. Nach der Gröfse der Leber konnte sie nur einem der gröfsten Knochenfische oder einem schon ansehnlichen Knorpelfische des Mittelmeers angehören.

Von Thunfischen fand sich in der Schultzschen Sammlung nichts vor. Die Beschreibung der Leber anderer Thunfischarten durch Cuvier pafst auch nicht auf diese Leber. *Thynnus brachypterus* habe ich selbst untersucht; die Leberlappen sind dreiseitig. Eben so wenig pafst die Beschreibung der zweilappigen Leber des *Thynnus alalonga*, wovon der eine Lappen kartenherzförmig, der andere dreiseitig ist. Mehr würde noch die Leber von *Pelamis sarda* passen, der aber nur 2 Fufs und einige Zoll Länge erreichen soll. Cuvier sagt, seine Leber ist in zwei Lappen getheilt, wovon der linke breit mehr als ein Drittheil der Länge des Unterleibs einnimmt, der rechte ein wenig schmaler ist. Indefs die fraglichen Leberlappen sind ungleich lang, dagegen gleich breit und sehr viel länger als breit. Unter die grofsen Knochenfische des Mittelmeers gehören noch der Schwertfisch, *Sciaena aquila* und *Coryphaena hippurus*. Die Leber der letztern

ist nach Cuvier's Beschreibung ganz von der fraglichen verschieden. Über die Leber der *Sciaena aquila* theilt Cuvier nichts mit und leider war ein in der Nordsee gefangenes, hieher gesandtes Exemplar dieses grofsen Fisches ohne Eingeweide. Doch deutet Cuvier's Bemerkung über die Leber der *Sciaena hololepidota* vom Cap eine gänzliche Verschiedenheit an. Die Leber des Schwertfisches ist auch ganz verschieden. Ich erhielt die Eingeweide ganz frisch aus einem ansehnlichen Exemplar, das zur Zeit meiner Anwesenheit in Swinemünde dort gefangen wurde.

Hiernach wurde es wahrscheinlicher, dafs die fraglichen Leberlappen mit strahliger Bildung der Gefäfse und der Darm eines grofsen Plagiostomen, die sich zusammen in demselben Glase vorfanden, in der That zusammengehören. Freilich zeigte bei allen wohlerhaltenen Rochen und Haifischen der Schultzschen Sammlung die Leber keine solche strahligen Gefäfse, obgleich die Form unserer Leberlappen im Allgemeinen sehr mit der Leber der Haifische übereinstimmte. Die Rochen und Haifische der Schultzschen Sammlung aus den Gattungen *Spinax, Mustelus, Scyllium, Galeus, Squatina, Centrina, Raja, Rhinobatus, Trygon, Myliobates* hatten ihre grofsentheils wohlerhaltenen Eingeweide noch und konnten untersucht werden. Ein Exemplar von *Carcharias Vulpes* der Schultzschen Sammlung war ohne Eingeweide. Auch fand sich ein einzelner Kopf von einem grofsen Hammerfisch, nämlich *Zygaena malleus* vor. Von einem von beiden konnten Darm und Leber herrühren. Ich konnte nur die Eingeweide der von Hrn. Erman aus Brasilien mitgebrachten kleinen *Zygaena Tiburo* vergleichen. Hier zeigte sich die Form der Leber im Allgemeinen ähnlich; beide Leberlappen waren sehr lang, schmal und platt; aber sie waren gleich lang, die Lage der Gefäfsstämme war auch ähnlich, aber die strahlige oder federartige Vertheilung ihrer Äste fehlte; die übrigen Baucheingeweide pafsten. Herr Dr. Schultz hat mir auf meine Anfrage brieflich mitgetheilt, dafs die Leber *Zygaena malleus* angehören könne [1]. Ich bedaure sehr, dafs dieser Punkt nicht zur

---

[1] Denn aufser den Eingeweiden dieses Thieres besafs Herr Dr. Schultz von einzelnen Eingeweiden von Fischen nur noch die eines grofsen *Squalus*. Letztere seien jedoch in seiner Abwesenheit von Palermo verpackt und daher bis auf die Leber, die er in einem besondern Glase verschlossen habe, verdorben in Berlin angekommen. Die Leber der verschiedenen *genera* von *Squalus*, die ich untersuchte, zeigt nur die gewöhnliche Anordnung der Blutgefäfse. *Squalus cornubicus* zeigt kaum eine ganz schwache Spur der divergirenden Vertheilung der

Gewifsheit erhoben werden kann und bitte die Naturforscher, welche Gelegenheit haben, die genannte Art der Gattung *Zygaena* zu untersuchen, zu entscheiden, ob diese Species in der That, abweichend von *Zygaena Tiburo,* jenen Bau der Leber besitzt oder nicht.

Was übrigens das Verhältnifs des strahligen Baues der Lebergefäfse zu den Wundernetzen der Pfortadern und der Eingeweidearterien betrifft, so stehen beide offenbar in keinem abhängigen Verhältnifs. Die Leber des *Auxis vulgaris,* wo eine Andeutung des strahligen Baues vorhanden ist und die zuletzt beschriebene strahlige Leber haben keine Wundernetze. Dafs der strahlige Bau der Lebervenen nicht zu den Wundernetzen gehöre, ist schon vorher bemerkt worden. Die Ursachen einer solchen Bildung sind gänzlich unbekannt.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Convexe Seite der Leber des Thunfisches nach einem Präparat des anatomischen Museums.

A. Sinus der Lebervenen auf der convexen Seite des rechten Leberlappens. *a.* Stamm, der aus dem Sinus hervorgeht und die Oberfläche der Leber verläfst.

B. Sinus der Lebervenen des mittlern und linken Leberlappens. *b.* Stamm, der aus dem Sinus hervorgeht.

C. Strahlige Lebervenenzweige.

Taf. II.

Die Wundernetze der Thunfischleber *in situ,*

nach dem Präparat des ersten Thunfisches (*Thynnus vulgaris*) von Montpellier. Die Leberlappen sind aufwärts geschlagen und die Verdauungsorgane aus der natürlichen Lage so gezogen, dafs man Alles übersehen kann. Die natürliche Lage siehe Taf. III.

D. E. Lebervenenstämme. *D.* Rechter, *E.* linker aus dem mittlern und linken Leberlappen.

F. Rechter Leberlappen.

G. Mittlerer Leberlappen.

H. Linker Leberlappen.

I. Gallenblase. *I'.* Anschwellung ihres Ausführungsganges. *I''.* Gemeinschaftlicher Gallengang kommt hinter dem Wundernetz *V.* des mittlern Leberlappens zum Vorschein, liegt zwischen den Blutgefäfsen der *appendices pyloricae* und senkt sich in die *pars pylorica* des Darms.

K. Magen, nach rechts gezogen. *K'.* Seitenast des Magens, *pars pylorica* desselben.

Lebervenenäste. Sollten die fraglichen Leberlappen und der Darm von einem grofsen *Squalus* herrühren, so sind sie doch keinesfalls von *Squalus cornubicus.* Die Milz pafst ohnehin gar nicht auf diesen.

L. *Pars pylorica* des Darms.
M. *Appendices pyloricae.*
N. Schief aufsteigender Theil des Darms.
O. Erster absteigender Theil des Darms.
P. Zweiter aufsteigender Theil des Darms.
Q. Zweiter absteigender Theil des Darms.
R. Mastdarm.
S. Milz.
T. Spindelförmiges Wundernetz des rechten Leberlappens.
T'. Magenvene, die es aufnimmt. *T''.* Kleine Venenzweige vom Magen.
U. Birnförmiges Wundernetz des rechten Leberlappens.
U'. Milzvene, die es aufnimmt. *U''.* Kleine Darmvenenzweige.
V. Plattes Wundernetz des mittlern Leberlappens.
V'. Venen vom Darmkanal und den *Appendices pyloricae*, welche in die Zipfel des Wundernetzes eintreten. *V''.* Magenvene, welche in dieses Wundernetz tritt.
X. Kleine Wundernetze des linken Leberlappens.
X'. Venen von den *Appendices pyloricae*, welche hineintreten.
Y. Arterie des chylopoetischen Systems.
Y'. *Y''.* Ihre beiden Äste. *Y'* tritt an die Basis des Wundernetzes *T.* und *U.* verzweigt sich theils im rechten Leberlappen, theils löst er sich in die Wundernetze auf, aus deren Spitzen die die Venen begleitenden Arterien für den Magen *Z.* und die Milz *Z'.* entstehen.

Taf. III.

Fig. 1. Abbildung der Eingeweide des Thunfisches *in situ*, nach dem zweiten Thunfisch (*Thynnus vulgaris*) von Montpellier (verkleinert). Der Magen ist etwas nach links gezogen.

A. Herzkammer.
B. *Bulbus aortae..*
C. Vorhof.
D. Sinus der Körpervenen. *D'.* Zipfel von diesem Sinus.
  a. a. Lebervenen.
  b. b. Quervenenstämme. *c. Vena iugularis,* *d. Vena lateralis posterior.* Die letztere geht durch die Nieren *E.* durch und empfängt Venen aus den Nieren und Genitalien und tritt in die Rumpfmuskeln.
F. Rechter, *G.* mittlerer, *H.* linker Leberlappen.
I. Gallenblase. *I'.* Erweiterung am Anfang derselben, hier treten einige Lebergänge aus dem rechten Lappen ein. *I''.* *Ductus choledochus.*
K. Magen. *K'.* *Pars pylorica* desselben.
L. *Pars pylorica* des Darms.
M. *Appendices pyloricae.* *N. O. P. Q. R.* wie in Taf. II.
S. Milz.
T. U. Wundernetze des rechten Leberlappens.
V. Wundernetze des mittlern Leberlappens.
X. Wundernetze des linken Leberlappens.

Fig. 2. Stück des rechten Leberlappens (natürliche Gröfse).

a. Zweig der Eingeweidearterie, der sich sowohl in der Leber als im Wundernetz verbreitet.
b. Wundernetz.
c. Pfortaderzweige, die aus dem Wundernetz hervorkommen.

d. Pfortaderzweig, der in das Wundernetz führt.
e. Arterie, die aus dem Wundernetz kommt.

Fig. 3. **Zusammenhang eines Astes der Eingeweidearterie mit der Leber und seinem Wundernetz**, aufgeschnitten.

a. Arterie. *b. b.* Wundernetz.
c. Zusammenhang der Arterie mit dem Wundernetz.

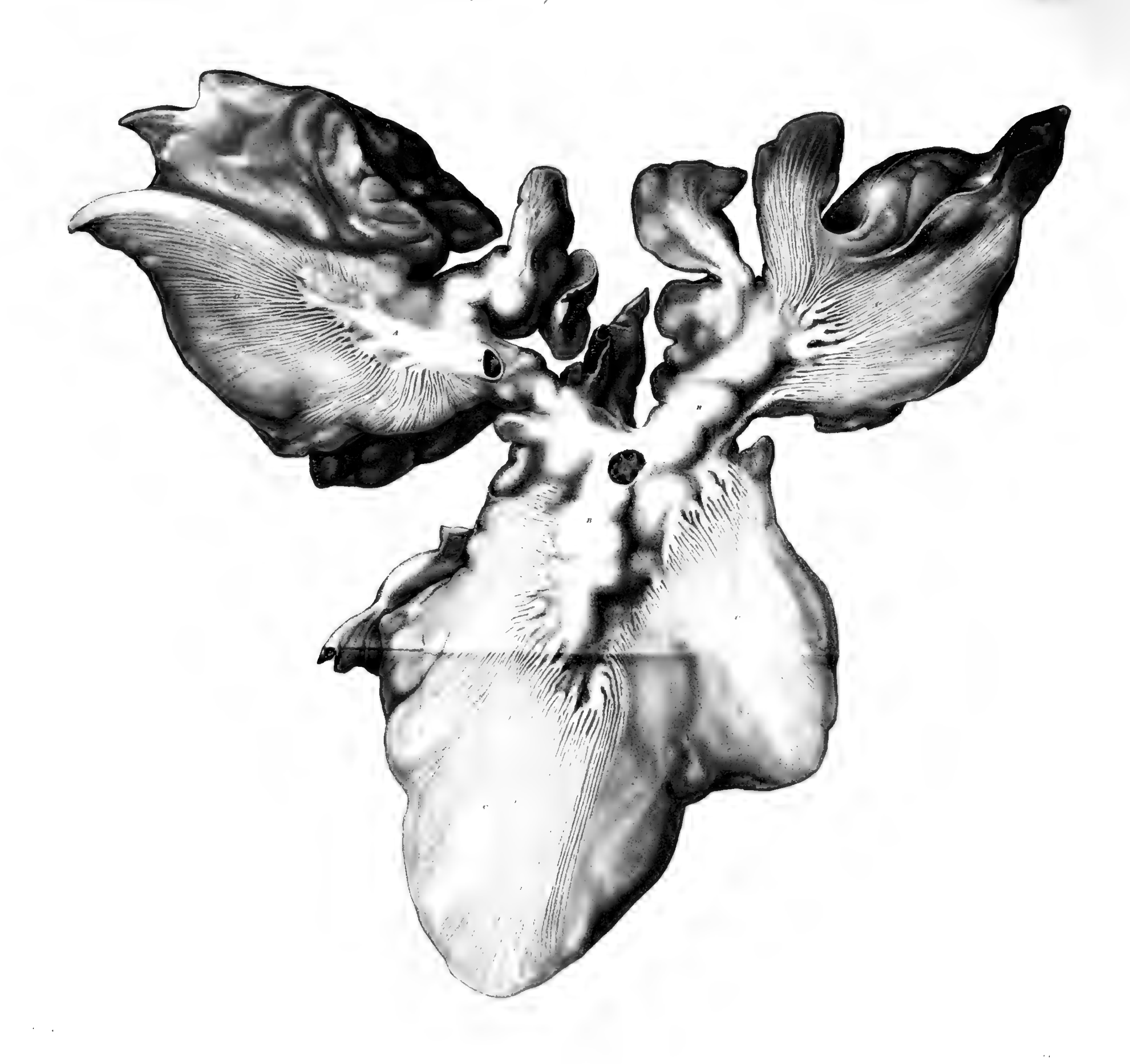
Fig. 4. **Ein Ast der Eingeweidearterie mit den davon abhängigen Wundernetzen;** aus der von Copenhagen gesandten injicirten Leber.

a. Arterie.
b. b. Leberzweige der Arterie.
c. c. Zweige der Arterie in die Wundernetze.
d. d. Wundernetze.
e. f. Pfortaderzweige, die von den Organen des chylopoetischen Systems kommend, in die Wundernetze eintreten, Arterien, welche heraustreten und zu den Organen des chylopoetischen Systems sich begeben.

Fig 5. **Querdurchschnitt eines Stückchens von einem Wundernetz der Thunfischleber.**

Fig. 6. **Hauptarterienstämme und Nieren des Thunfisches von der Rückseite** (etwas verkleinert).

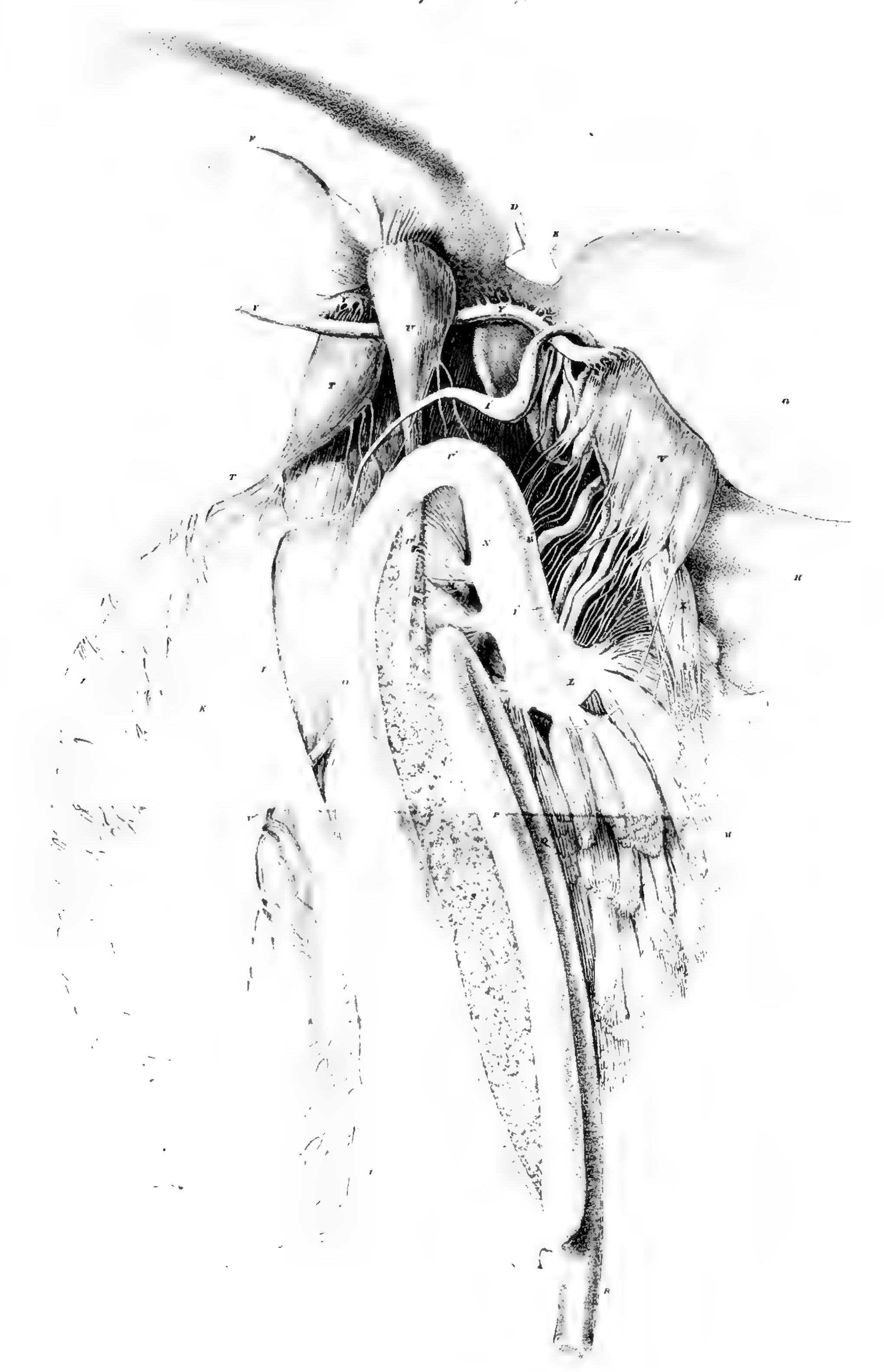
A. A. Oberer paariger Theil der Nieren, über dem vordersten Theil der Bauchhöhle dicht hinter und über den Kiemen.
B. Commissur der paarigen Theile der Nieren.
C. Unterer unpaariger platter und schmaler Theil der Nieren, *C' C''*. Theilung desselben nach unten.
D. Unpaariger Ureter. *D' D'*. Paariger Anfang desselben. *D''*. Harnblase. *D'''*. Harnröhre.
E. Samengänge. *E'*. Gemeinschaftlicher Samengang, liegt vor der Harnröhre und ist bis zur gemeinschaftlichen Ausmündung davon getrennt. *F.* Mastdarm.
a. Vordere Wurzel der Aorta, aus den beiden ersten Kiemenvenen *a' a'*.
b. b. Hintere Wurzeln der Aorta aus den beiden hinteren Kiemenvenen.
c. Stamm der Aorta zwischen den paarigen Theilen der Nieren.
d. d. d. Nierenarterien. *d' d''*. Hintere Nierenarterien aus der Aorta.
e. Gemeinschaftlicher Arterienstamm des chylopoetischen Systems (*Y* Taf. II.). *e' e'*. Seine beiden Äste (*Y' Y''* Taf. II.)
f. *Arteria axillaris* durchbohrt mit der *vena lateralis posterior,* die Nieren.
g. Dünnere Fortsetzung der Aorta für die Mittellinie, sie tritt in den Kanal der unteren Dornfortsätze.
h. *Vena lateralis posterior.*
h'. *Vena lateralis anterior, iugularis.*





Zu Herrn Esch

Taf. II





2.





Über die

Linnéischen Gattungen *Scirpus* und *Schoenus*.

Von

Hrn. KUNTH.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 16. Juli 1835.]

Erste Abtheilung.

Über die Gattungen *Scirpus*, *Isolepis*, *Fimbristylis*, *Eleocharis*, *Abildgaardia*, *Ficinia* und *Melancranis*.

Wir verdanken Herrn Nees von Esenbeck in Breslau mehrere Abhandlungen über die Familie der Cyperaceen, unter denen die im 9ten Bande der *Linnaea* abgedruckte die neueste, vollständigste und wichtigste ist. Das wiederholte Zurückkommen eines so ausgezeichneten Beobachters auf dieselbe Pflanzengruppe beweiset auf der einen Seite, welche Schwierigkeiten das Studium derselben darbietet, auf der andern, mit welcher Beharrlichkeit Herr Nees von Esenbeck dieselben zu überwinden strebt. Ich hoffte mir durch obige Abhandlung die Bearbeitung der Cyperaceen für meine *Enumeratio* sehr zu erleichtern, und Herrn Nees v. Esenbeck in Begrenzung der Gattungen und Arten unbedingt folgen zu können. Allein bei einer nähern Vergleichung unserer Ansichten über diesen Gegenstand ergab sich eine so grofse Verschiedenheit, dafs ich mich genöthigt sah, meine Untersuchungen über die Cyperaceen wieder aufzunehmen, und über die ganze Familie auszudehnen. Das freundliche Anerbieten des Herrn Professors E. Meyer in Königsberg, mir die Cyperaceen der so reichen Drègeschen Sammlung zur Bearbeitung anzuvertrauen, die grofse Bereitwilligkeit, mit welcher mir Herr Prof. Hornemann in Copenhagen die Ansicht der Vahlschen Cyperaceen gestattete, die mir vergönnte unbedingte Benutzung aller kostbaren Materia-

lien der hiesigen Königl. Herbarien, des Meyenschen und Lucaeschen, bestärkten mich in meinem Vorhaben, und flöfsten mir die Hoffnung ein, dasselbe mit einigem Erfolg ausführen zu können. Wenn sich Herr Nees v. Esenbeck seinerseits mit Recht rühmen darf, bei seinen Arbeiten, an neuen Species reichere Sammlungen benutzt zu haben, so war ich meinerseits so glücklich, eine gröfsere Menge gutbestimmter Arten untersuchen zu können. Ich hoffe der Akademie in kurzem meine Arbeit über die ganze Familie, welche sich auf sorgfältige Untersuchung und Vergleichung vieler Tausende von Exemplaren gründet, und mit einer grofsen Zahl analytischer Zeichnungen begleitet ist, in ihrem ganzen Umfange vorlegen zu können, und beschränke mich gegenwärtig blofs auf einige vorläufige Bemerkungen über mehrere von Vahl, Brown, Schrader und Nees v. Esenbeck aufgestellte Gattungen.

Vahl und Brown waren die ersten, welche die grofsen Linnéischen Gattungen *Scirpus* und *Schoenus* nach der Gegenwart oder Abwesenheit gewisser Borsten, und nach dem Verhalten des Staubwegs bei der Fruchtreife abzutheilen versuchten. Ihre auf diese Weise gebildeten Gattungen *Fimbristylis, Rhynchospora, Dichromena, Melancranis, Isolepis, Eleocharis, Chaetospora* und *Cladium* wurden von den meisten Botanikern mit Recht anerkannt, und auch ich nehme jetzt zurück, was ich vor zwanzig Jahren über die Unzulässigkeit einiger derselben zu äufsern wagte. Durch jene wichtigen Arbeiten waren aber die Gattungen *Scirpus* und *Schoenus* noch nicht von allem Fremdartigen gereinigt, manche Art hat vielmehr noch in der Folge, durch die Bemühungen späterer Botaniker, ihren Platz anderweitig gefunden, oder ist der Typus einer neuen Gattung geworden. Mit diesem höchst verdienstlichen Streben, die Gattungen nach allgemeinen und richtigen Grundsätzen abzutheilen und zu begrenzen, ist keinesweges jene, in neuerer Zeit immer mehr um sich greifende Sucht zu verwechseln, welche darin besteht, eben so kleinliche als unwichtige Unterschiede aufzusuchen, und ohne Auswahl zur Zersplitterung der Familien, Gattungen und Arten zu benutzen. Dieser letztern ist es hauptsächlich beizumessen, dafs manche der gröfsern Pflanzengruppen, rücksichtlich der Begrenzung ihrer Gattungen und Arten, noch so vieles zu wünschen übrig lassen, und einer nochmaligen genauern Bearbeitung dringend bedürfen. In wie weit sich diese Betrachtung auf die Familie der Cyperaceen bezieht, wird aus Folgendem hervorgehen.

Über *Eleocharis* Brown.

Die Gattung *Eleocharis*, von Herrn Brown unterschieden, und hauptsächlich auf die in der Frucht stehenbleibende, verdickte Basis des Staubwegs, so wie auf die Gegenwart von Kelchborsten gegründet, scheint mir um so mehr eine der natürlichsten in der Gruppe der Scirpeen zu bilden, da sich sämmtliche, hieher gehörige Arten durch einen eigenthümlichen Habitus auszeichnen. Der Stengel ist nämlich in diesen Gewächsen durchgängig an der Basis mit blattlosen Scheiden bedeckt, und trägt an der Spitze eine nackte, einfache Ähre. Nach Herrn Brown kann der Griffel bald zwei-, bald dreitheilig sein; ich habe diesen Unterschied zuweilen selbst an einem und demselben Individuum wahrgenommen, z. B. in *Eleocharis geniculata* R. et S., *E. obtusa* R. et S., *E. palustris* Brown., *forma capensis*. Wenn Herr Brown die Frucht als meist linsenförmig zusammengedrückt angiebt, so hat er damit das theilweise Vorkommen einer dreieckigen keinesweges ausschliefsen wollen. Die Borsten unter der Frucht können zuweilen fehlen. So gelang es Herrn Brown nie, dieselben in *Eleocharis acicularis* aufzufinden, während ich und andere Botaniker an dieser Pflanze deren stets zwei oder drei antrafen. In *Eleocharis uniglumis* Link., einer an trocknen Stellen gewachsenen Form von *Eleocharis palustris*, zeigte sich mir etwas gleiches. Die meisten Individuen, welche ich davon untersuchte, waren mit Borsten versehen, und nur in einem einzigen, bei Rostock gesammelten Exemplare fehlten sie gänzlich.

Was die Natur jener Borsten und Schuppen betrifft, welche sich in vielen Cyperaceen, z. B. in *Scirpus, Eleocharis, Rhynchospora, Fuirena* etc. vorfinden, und bei Unterscheidung der Gattungen vielfach benutzt werden, so läfst sich aus ihrer Lage vollkommen erweisen, dafs sie die Stelle des Kelches vertreten, oder richtiger, dafs sie als ein rudimentärer Zustand dieses Organs zu betrachten sind, und dafs folglich die von Herrn Brown dafür gebrauchte Benennung *Setae hypogynae* als unpassend zu verwerfen ist. Sie umgeben nämlich jederzeit ringförmig die Staubgefäfse, zeigen sich meist sechs an der Zahl, und sind in diesem Fall so gestellt, dafs in den triandrischen Species die drei mehr nach aufsen befindlichen den Staubgefäfsen entsprechen. Aufser diesem Organe findet sich aber in einigen kelchlosen Gattungen, z. B. in *Ficinia, Melancranis, Fimbristylis* etc. ein wirklicher Discus, welcher das Ovarium trägt oder an der Basis umgiebt, und an welchem (in den herma-

phroditischen Blüthen) äufserlich die Staubgefäfse befestigt sind. Auffallend erscheint es, wie Herr Nees v. Esenbeck, welcher diese Familie so sorgfältig beobachtete, diesen Discus mit dem Kelche, unter der gemeinschaftlichen Benennung *Perigynium*, verwechseln konnte. Natürlich mufste eine so abweichende Ansicht auf seine Erklärung des Blüthenbaus einen sehr nachtheiligen Einflufs haben. So betrachtet er z. B. den rudimentären Kelch als das Produkt metamorphosirter Staubfäden etc. Ich behalte mir gleichfalls vor, in meiner gröfsern Abhandlung diesen Gegenstand näher zu beleuchten.

Die früher erwähnte grofse Übereinstimmung der zu *Eleocharis* gezählten Gewächse, im Habitus, Blüthen- und Fruchtbau, hat jedoch Herrn Nees v. Esenbeck nicht verhindert, diese Gattung von neuem abzutheilen; seine Gattungen *Eleogenus, Scirpidium, Limnochloa, Chaetocyperus* sind auf Unkosten derselben gebildet worden ([1]). Untersucht man die jenen Gattungen beigelegten Karaktere genauer, so wird es oft schwer, sie gehörig zu verstehen oder wenigstens die Wichtigkeit, welche Herr Nees v. Esenbeck ihnen beizulegen scheint, gehörig einzusehen. So sagt er von *Eleogenus*, zu welchem *Scirpus capitatus* Vahl, *Sc. atropurpureus* Retz. et Vahl. und *Sc. ovatus* Roth. gerechnet werden, dafs der *Stylus bifidus* und die stehenbleibende Basis desselben *callosa* sei; von *Eleocharis*, nach seiner Begrenzung ([2]), dafs sich der *Stylus* 2-3-*fidus* und die stehenbleibende Basis des-

---

([1]) Ich glaube bei dieser Gelegenheit auf das Bestimmteste versichern zu müssen, dafs die hier theilweise niedergelegten Resultate meiner Untersuchungen über die Cyperaceen bei der nothwendig gewordenen Bearbeitung des zweiten Bandes meiner Enumeratio entstanden sind, dafs ihnen durchaus keine, der Wissenschaft fremden Gesinnungen zum Grunde liegen, dafs sie vielmehr dazu dienen sollen, meine, bald im Druck erscheinenden, abweichenden Ansichten über Begrenzung der Gattungen zu rechtfertigen und zu unterstützen. Die Schwierigkeit des Gegenstandes, welchen ich der Discussion unterwerfe, läfst übrigens verschiedene Meinungen zu, und selbst in dem Falle, dafs die hier ausgesprochene als die richtigere erkannt werden sollte, könnte dies keinen Einflufs auf den hohen Rang haben, welchen die Person, der meine Bemerkungen hauptsächlich gelten, unter den ersten Botanikern der gegenwärtigen Zeit einnimmt, und den sie mit Recht ihren vielen und geistreichen Arbeiten verdankt.

([2]) Herr Nees v. Esenbeck zählt zu dieser Gattung folgende Arten:

Scirpus obtusus Willd.	*Scirpus Baeothryon* Ehrh.
— *tenuis* Willd.	— *caespitosus* L.
— *multicaulis* Smith.	— *planifolius* Mühlenb.
— *recurvatus* Poir.	— *acuminatus* Mühlenb.
— *palustris* L.	*Eleocharis tetraquetra* Nees.
— *uniglumis* Link.	— *albibracteata* Nees.

selben *subcrosa, rugosa* zeige, während er in *Limnochloa* ([1]) den *Stylus* für *trifidus* und die Basis desselben für *cartilaginea, compressa colorataque* erklärt. Alle übrigen Karaktere sind als übereinstimmend angegeben. Hiernach würde also der ganze Unterschied jener neuen Gattungen auf der Beschaffenheit der stehenbleibenden Basis des Staubweges beruhen, ob dieselbe nämlich *callosa, suberosa* oder *cartilaginea* erscheint; denn da der Staubweg in seiner *Eleocharis* zwei- und dreispaltig vorkommen kann, so ist kein Grund vorhanden, in den beiden andern Gattungen auf die Zahl seiner Abtheilungen eine Wichtigkeit zu legen. Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, daſs die Verschiedenheit in der Consistenz der stehenbleibenden Basis des Staubweges allein, selbst wenn dieselbe in der Art stattfände, wie sie Herr Nees von Esenbeck angiebt, nicht zur Begründung von Gattungen hinreichen würde. Mir ist es übrigens nicht gelungen, eine solche Verschiedenheit deutlich aufzufassen. Erwähnungswerth ist noch, daſs Herr Nees v. Esenbeck in seine Gattung *Eleocharis* drei Arten setzt, nämlich *Scirpus Baeothryon* Ehrh., *Sc. caespitosus* L. und *Sc. planifolius* Mühlenb., wo jene verdickte Basis des

---

Eleocharis costulata Nees.
— *constricta* Nees.
— *ochreata* Nees.
— *polymorpha* Nees.
Eleocharis sulcata Nees.
— *biocreata* Nees.
— *gracilis* Brown., Nees.

Von diesen Pflanzen sind mir die sechs letztern und *Scirpus acuminatus* völlig unbekannt. Die übrigen habe ich sämmtlich untersucht und, bis auf drei, richtig klassifizirt gefunden. *Scirpus Baeothryon, caespitosus* und *planifolius* gehören nämlich nicht hieher, sondern bestimmt zur Gattung *Scirpus.* Einen *Scirpus recurvatus* Poir. giebt es nicht, wahrscheinlich ist *Scirpus retroflexus* damit gemeint, welcher alsdann einerlei mit *Cyperus depauperatus* Vahl. und eine *Eleocharis* sein würde. Ich habe beide Species in Originalexemplaren untersucht.

([1]) Früher hieſs diese Gattung *Limnocharis.* Herr Nees v. Esenbeck rechnet dazu:
Scirpus plantagineus Retz. (*Eleocharis plantaginea* Brown.)
— *mutatus* L. (*Eleocharis mutata* Brown.)
— *fistulosus* Poir. (*Eleocharis fistulosa* Schult.)
— *acutangulus* Roxb. (*Eleocharis acutangulus* Schult.); nach meiner Untersuchung einerlei mit dem vorigen.
— *spiralis* Rottb. (*Eleocharis spiralis* Brown.)
— *quadrangulatus* Mich. (*Eleocharis quadrangulatus* Brown.)
— *limosus* Schrad. (*Eleocharis limosa* Schult.)
— *medius* Roxb. (*Eleocharis media* Schult.)
Limnochloa articulata Nees.
— *obtusangula* Nees.
Die vier letzten Species habe ich nicht untersuchen können.

Staubwegs gar nicht vorhanden ist, und die deshalb unfehlbar zu *Scirpus* gehören. Wahrscheinlich hat er diese Pflanzen, ob sie gleich sehr gemein in den Herbarien sind, gar nicht untersucht, und ist bei ihrer Klassifikation Herrn Link gefolgt, der die beiden erstern gleichfalls zu *Eleocharis* zählt.

Eben so wenig wie *Limnochloa* und *Eleogenus* läfst sich *Scirpidium* blofs wegen der *Setae* 1-3 *graciles fugaces* unterscheiden; denn als *fugaces* kann ich diese letztern nicht betrachten, da sie in der Frucht stehen bleiben, und was ihre Zahl und Zartheit betrifft, so verdient dieser Umstand um so weniger Berücksichtigung, da dieselbe Verschiedenheit auch in andern Arten vorkommt, und hier stets unbeachtet geblieben ist. In *Eleogenus* giebt Herr Nees v. Esenbeck selbst zu, dafs die *Setae* zuweilen ganz fehlen können, was ich übrigens bei *Scirpus atropurpureus* Retz., den er als Beispiel anführt, nicht gefunden habe. Aufserdem ist noch zu bemerken, dafs *Scirpus tenuis* Willd., der bei Herrn Nees v. Esenbeck die dritte Species der Gattung *Scirpidium* bildet, auf der folgenden Seite seiner Abhandlung wieder, und zwar diesmal mit allem Recht zu *Eleocharis* gezogen wird.

Seine Gattung *Chaetocyperus* scheint mir eben so wenig haltbar, wie die eben genannten, ob er sie gleich, von *Eleocharis* weit getrennt, in einer ganz andern Abtheilung seiner Scirpeen suchen läfst. Was zuerst die Arten betrifft, welche er dazu rechnet, so ist *Scirpus capillaceus* Mich. und *Scirpus trichodes* Humb. et Kth. mit Unrecht in eine Species vereinigt. Der erstere ist bestimmt einerlei mit *Scirpus pusillus* Vahl. und ein ächter *Scirpus*, der zweite dagegen eine *Eleocharis* und, wie Herr Nees v. Esenbeck sehr richtig vermuthet, nahe mit *Cyperus setaceus* Retz. et Vahl. verwandt. Auf diese letztere Species gründet sich aber hauptsächlich die Gattung *Chaetocyperus*. Auch selbst wenn nicht schon Herr Brown in seinem Prodromus p. 224 erklärt hätte, dafs diese Pflanze zu *Eleocharis* gehöre, so würde ich mich, wegen ihrer grofsen Ähnlichkeit mit *Eleocharis acicularis* und andern Species, nie entschliefsen können, sie von dieser Gattung zu entfernen, denn von allen angegebenen Karakteren bleibt blofs die *Spica disticha* übrig, die ich lieber *subdisticha* und aufserdem noch *depauperata* nennen möchte, welche zu obiger Trennung berechtigen würde. Bedenkt man aber, wie oft in mehrblüthigen Ähren, deren Schuppen die gemeinschaftliche Achse nach allen Seiten bedecken, die untern Schuppen *distichae* erscheinen, so wird man in dem vorliegenden Falle um so weniger hierauf eine Wichtigkeit legen,

da es wahrscheinlich ist, dafs bei einer längern Entwickelung der Ähre die obern Schuppen eine mehrfache Richtung angenommen haben würden. Dafs sich aber jene Neesischen Gattungen selbst nicht als Unterabtheilungen der Brownschen Gattung *Eleocharis* benutzen lassen, werde ich an einem andern Orte zu zeigen mich bemühen.

Über *Scirpus* Brown.

Von Herrn Brown folgendermafsen karakterisirt: *Squamae undique imbricatae, conformes, omnes floriferae paucissimaeve exteriorum vacuae. Setae squamis breviores. Stylus cum ovario inarticulatus* (*basi simplici*), *deciduus vel basi mucroniformi remanente.* Als wesentliche Merkmale verdienen hiervon herausgehoben zu werden, die Gegenwart von Kelchborsten und der abfallende Staubweg, dessen einfache Basis meist in Gestalt einer mucroartigen Spitze auf der Frucht stehen bleibt. Die Unzulässigkeit der Angabe, dafs die Borsten jederzeit kürzer als die Schuppen sind, wird sich in der Folge ergeben. Herr Brown erwähnt nicht die Zahl der Abtheilungen des Staubweges, was zu beweisen scheint, dafs er diesen Umstand hier nicht als wichtig betrachtet. Nach Herrn Nees von Esenbeck kann derselbe zwei- oder dreispaltig sein, welcher Behauptung ich nicht allein beistimmen, sondern noch hinzufügen mufs, dafs sich eine solche Verschiedenheit zuweilen in derselben *Spica* beobachten läfst, z. B. bei *Scirpus juncoides* Roxb., *Scirpus Duvallii* Hopp. etc.

Auch in dieser Gattung hat Herr Nees v. Esenbeck wieder mehrere Trennungen vorgenommen. Nachdem er nämlich mit vollem Rechte dazu *Scirpus luzoniensis* Presl., *Sc. mucronatus, Sc. maritimus* und *Sc. lacustris* L., *Sc. juncoides* Roxb., *Sc. debilis* Mühlenb., *Sc. sylvaticus* L., *Sc. atrovirens* W., *Sc. pungens* Vahl. (der mit *Sc. americanus* Pers. verbunden werden mufs), *Sc. triqueter* L., *Sc. Tabernaemontanus* Gmel. und *Sc. validus* Vahl. (zu dem bestimmt *Sc. Meyeni* Nees. gehört) gezogen hat, unterscheidet er (in *Wight. Bot.* und in *Linnaea* tom. 9.) *Scirpus grossus* L. mit zwei mir noch unbekannten Pflanzen, wegen der *Setae filiformes molles pubescentes deciduae*, als besondere Gattung unter dem Namen *Hymenochaete*; nimmt die Gattung *Trichophorum* Pers., in welcher die *Setae*, 6 an der Zahl, *capillares persistentes* und *squamam superantes* sind, unbedingt an, und vereinigt endlich, wegen der *Setae membranaceae pubescentes aut ciliatae, demum deciduae,*

unter dem Namen *Malacochaete* folgende Arten: *Scirpus littoralis* Schrad., *Sc. pectinatus* Roxb., *Sc. riparius* Presl., *Pterolepis scirpoides* Schrad. und eine den Peruanern unter dem Namen *Tatora* wichtige Pflanze. Nimmt man zuerst auf die Länge, die verschiedene Krümmung und die sonstige Beschaffenheit der Borten Rücksicht, so findet man denselben Unterschied, welcher Herrn Persoon und Herrn Nees v. Esenbeck zur Aufstellung ihrer Gattung *Trichophorum* veranlafste, mehr oder weniger auch bei *Scirpus brizoides* Willd. herb., Link. Jahrb., bei *Scirpus polyphyllus, radicans* und *lineatus* Mich. Diese Gewächse müfsten also hiernach vielleicht sämmtlich zu jener Gattung gezogen werden, was den Übelstand haben würde, dafs sich alsdann *Scirpus sylvaticus* L. und *Sc. atrovirens* Willd., in denen die Borsten die gewöhnliche Beschaffenheit zeigen, von den nahe verwandten *Scirpus radicans* und *polyphyllus* weit getrennt befinden würden. Liefse man aber diesen Umstand unberücksichtigt, und behielte man die Gattung *Trichophorum* bei, so würde noch zu bemerken sein, dafs sich rücksichtlich der Länge und Behaarung jener Borsten von einer Art zur andern einige Verschiedenheit zeigt, welche auf jeden Fall im Gattungskarakter angegeben werden müfste. In *Trichophorum cyperinum* Pers. (unter welcher Benennung übrigens zwei sehr verschiedene Pflanzen ([1]) verwechselt worden sind), dem Typus der Gattung, und in *Scirpus brizoides* Willd. sind die *Setae* überaus lang, haarförmig, völlig kahl und verschiedentlich gekräuselt. In *Scirpus polyphyllus* Vahl. und *Scirpus radicans* Schk. erscheinen die *Setae* gleichfalls dünn, haarförmig und etwas hin- und hergekrümmt, aber sind nur ungefähr doppelt so lang als die Frucht, und aufserdem an der Spitze in dieser Art mit weichen, nach vorn gerichteten, in jener mit steifern, rückwärts stehenden Härchen besetzt. In *Scirpus lineatus*, den Herr Persoon deshalb zu *Trichophorum* zieht, sind die *Setae* haarförmig, blofs noch wenig gekrümmt, wie in *Sc. radicans*, an der Spitze mit kleinen Härchen besetzt, und nur um weniges länger als die Frucht. Wie schwierig ist es hiernach, zwischen *Scirpus* und *Tricho-*

([1]) *Scirpus cyperinus* Kth. und *Scirpus Eriophorum* Mich. et Vahl. Zu diesem gehört *Eriophorum cyperinum* Vahl. herb., *Scirpus thyrsiflorus* Willd. Enum. et herb. n. 1241. fol. 1-3, zu jenem *Scirpus paniculatus etc.* Gron., *Eriophorum cyperinum* L., *Trichophorum cyperinum* Mich. (excl. syn. Mich.), *Scirpus thyrsiflorus* Willd. herb. n. 1241. fol. 4. Beide Arten unterscheiden sich leicht durch die Stellung der Ähren, welche in *Sc. Eriophorum* einzeln, in *Sc. cyperinus* zu dreien bis fünfen vereinigt angetroffen werden.

phorum eine Grenze zu ziehen, und was wird am Ende bei einer solchen Trennung gewonnen? Ist es in diesem Falle nicht besser, jene Arten neben ihren Verwandten einzuschalten, und dabei die bemerkten Abweichungen jedesmal sorgfältig anzugeben?

Die fedrige Beschaffenheit der Borsten von *Scirpus littoralis*, der im jungen Zustande aus Versehen von Vahl *Fimbristylis mucronatum*, von Willdenow aber *Scirpus balearicus* genannt worden ist, war längst von Schrader und andern bemerkt und beschrieben worden, ohne dafs es Jemandem eingefallen wäre, diese Pflanze deshalb von dem ihr so ähnlichen *Scirpus lacustris* L. zu trennen, und zu einer besondern Gattung zu erheben. Herr Nees v. Esenbeck fand eine ganz gleiche Struktur in *Scirpus pectinatus* Roxb., der übrigens von *Scirpus subulatus* Vahl. durchaus nicht verschieden zu sein scheint, und den ich selbst nur für eine indische Form des *Sc. littoralis* halten möchte, und stellte danach seine neue Gattung *Malacochaete* auf. Herr Schrader seinerseits beobachtete an einer Cap'schen Cyperacea gleichfalls jene fedrigen Borsten, ohne jedoch, wie es scheint, dadurch an die nahe Verwandtschaft seiner Pflanze mit *Scirpus littoralis* erinnert zu werden, und benutzte gleichfalls diesen Karakter zur Begründung einer neuen Gattung, der er den Namen *Pterolepis* gab, und die später von Herrn Nees v. Esenbeck mit Recht für völlig übereinstimmend mit *Malacochaete* erklärt wurde. Die Reise des Hrn. Meyen lieferte Hrn. Nees v. Esenbeck aufserdem noch zwei amerikanische Arten dieser Gattung, wovon er die eine für *Scirpus riparius* Presl., die andere dagegen für neu erkannte und mit dem Namen *Malacochaete Tatora* belegte. Es war ihm aber hierbei gänzlich entgangen, dafs die erstere dieser beiden Pflanzen schon 1825 (im ersten Bande der *Mémoires des savants etrang. de Petersbourg*) von Hrn. C. A. Meyer unter dem Namen *Elytrospermum californicum* beschrieben und abgebildet worden war. Der Staubweg ist in sämmtlichen, von Hrn. Nees v. Esenbeck zu seiner Gattung *Malacochaete* gezogenen Arten zweispaltig, was jedoch unter den angeführten Karakteren anzugeben von ihm vernachlässigt worden ist. In *Malacochaete Tatora* Nees., vorzüglich aber in *M. riparia*, welche aufserdem die gröfste Ähnlichkeit mit *Scirpus littoralis* zeigt, nähert sich die Beschaffenheit der Borsten mehr der von *Scirpus*; sie sind nämlich zwar breiter, aber, wie bei diesem, mit rückwärts gerichteten oder abstehenden etwas steifen Härchen besetzt, und bilden den Übergang von *Malacochaete*

zu *Scirpus.* Dieser Umstand, und vorzüglich die schon mehrmal erwähnte grofse Verwandtschaft sämmtlicher zu *Malacochaete* gezählten Arten mit *Scirpus lacustris, triqueter* u. s. w. veranlafst mich, dieselben sämmtlich mit *Scirpus* wieder zu vereinigen, und sie nicht einmal als eine Abtheilung dieser Gattung zu betrachten. Noch mehr verdient dies aber *Hymenochaete,* wenigstens rücksichtlich der mir bekannten Species *Scirpus grossus.* Hier fand ich nämlich die Borsten jederzeit, wie in den meisten *Scirpus*-Arten, mit rückwärts stehenden, steifen Härchen versehen und stehenbleibend; aufserdem zeigten sie sich an der Spitze etwas hakenförmig gekrümmt und ungefähr von der Länge der Frucht. Der von Herrn Nees v. Esenbeck seiner Gattung beigelegte Karakter *Setae filiformes, molles, pubescentes, deciduae* pafst also durchaus nicht auf meine Pflanze, welche aus so unbedeutenden Rücksichten von *Scirpus lacustris, glaucus, brizoides, Eriophorum* u. s. w. zu entfernen, ich mich übrigens nie entschliefsen könnte.

Über *Isolepis* Brown.

Nach Hrn. Brown ist *Isolepis* von *Scirpus* blofs durch die Abwesenheit der Borsten verschieden; er fügt aufserdem hinzu: *Stylus cum ovario inarticulatus, basi simplici, deciduus.* Herr Brown rechnet zu seiner Gattung, aufser einer grofsen Menge von ihm entdeckter, neuholländischer Arten, *Scirpus fluitans* L. (*Eleogiton fluitans* Link., Nees., *Scirpus stolonifer* Roth., *Scirpus fascicularis* Willd. herb.), *Scirpus nodosus* Rottb. (*Scirpus globosus* Spreng. [Sieb. Agrost. n. 29.], *Scirpus gracilis* Rudge.), *Scirpus supinus* L. (*Scirpus lateralis* Retz., *Schoenus junceus* Willd. Phyt., *Scirpus erectus* Poir.), *Scirpus setaceus* L., *Scirpus prolifer* Rottb. und *Scirpus barbatus* Rottb., worin ich ihm mit Ausnahme des letztern, von welchem in der Folge die Rede sein wird, vollkommen beistimme. Als ächte *Isolepis*-Arten habe ich aufserdem noch folgende erkannt:

1) *Scirpus pumilus* Vahl. (*Isolepis pumila* R. et S.), zu dem ich *Isolepis oligantha* Mey. rechnen mufs.

2) *Fimbristylis pygmaeum* Vahl. Gewifs keine *Fimbristylis,* sondern eine ächte *Isolepis,* zu der folgende Pflanzen als Synonyme gehören: *Isolepis magellanica* Gaudich., *Scirpus brevis* Urv., *Isolepis Meyeniana* Nees., *Isolepis brachystachya* Presl., *Isolepis brevifolia* Presl., *Isolepis pumila* Link. Hort. [excl. syn. Vahl.], *Scirpus leptaleus* Koch., *Isolepis leptalea* Schult.,

Scirpus acicularis Salzm. [nec L.], *Scirpus setaceus* Brot. et? Sieb., *Isolepis tenuis* Presl., *Eleocharis riparia* Nees. in Sieb. Agrost. 20. [nec? Brown.], *Isolepis chlorostachya* Nees., *Isolepis trigyna* Kunze, *Isolepis fuscata* Nees., *Scirpus cernuus* Vahl., *Isolepis cernua* R. et S., *Eleogiton cernua* Dietr., *Isolepis Saviana* Link. Hort. [excl. syn.], *Scirpus pumilus* Willd. herb. n. 1158 und wahrscheinlich *Isolepis chaetodes* Link. Eine sehr verbreitete Species, welche in Südeuropa, England, mehreren Theilen von Südamerika, auf den Malouinen-Inseln, auf Neuzeeland, Neuholland, auf St. Helena und am Vorgebirge der guten Hoffnung angetroffen wird.

3) *Scirpus Savii* Sebast. et Mauri, zu der als Synonyme gehören *Scirpus setaceus* Bivon., *Scirpus filiformis* Savi, *Isolepis sicula* Presl., *Isolepis Saviana* Schult., *Scirpus numidianus* Vahl., *Isolepis numidiana* R. et S. Ich möchte diese Species für eine Varietät der vorigen halten; von *Isolepis setacea* unterscheidet sie sich aber hinlänglich durch die *Fructus tuberculato-scabrati*, während dieselben in jener *costati, transversim striatuli* sind.

4) *Scirpus articulatus* L. (*Isolepis articulata* Nees., *Scirpus fistulosus* Forsk.)

5) *Scirpus praelongatus* Poir. (*Scirpus subarticulatus* Roxb., *Isolepis praelongata* Nees.)

6) *Scirpus Holoschoenus* Thunb. (*Isolepis Thunbergiana* Schrad. et Nees., *Cyperus prolifer et marginatus* Thunb.)

7) *Scirpus Holoschoenus* Linn. (*Scirpus romanus et globuliferus* Linn., *Isolepis Holoschoenus* R. et S., *Holoschoenus vulgaris* Link. Hort.)

8) *Fimbrystilis Ludwigii* Steud. (*Trichelostylis Ludwigii* Nees.); weder zu der einen noch zu der andern dieser Gattungen gehörig, vielmehr eine ächte *Isolepis.*

9) *Scirpus adscendens* Willd. herb. n. 1208. (*Isolepis uninodis* Delile.)

10) *Isolepis Eckloniana* Schrad., Nees. (*Scirpus verruculosus* Steud., Nees.)

11) *Isolepis atropurpurea* Nees. (excl. syn. ad Eleocharidem atropurpuream spectante.)

12) *Isolepis conspersa* Nees.

13) *Isolepis incomtula* Nees.

14) *Isolepis Bergiana* Schult., Nees. (*Scirpus Bergianus* Spreng., *Isolepis plebeja* Schrad., Nees., *Scirpus setaceus var.* Steud., *Scirpus minimus* Sieb. Cap. n. 98., *Scirpus setaceus* Thunb. Cap., *Isolepis chrysocarpa* Nees.)

15. *Isolepis rivularis* Schrad. (*Scirpus natans* Spreng., *Isolepis Hystrix* Nees?, *Isolepis palustris* Schrad., *Scirpus setaceus var.* Steud., *Isolepis natans* Nees. ab Esenb. [excl. syn. Thunb. et Brown.])

16. *Isolepis nigricans* H. et K. (*Scirpus nigricans* Spreng., *Isolepis psilocarpa* Kunze.)

17. *Isolepis bicolor* Nees.

18. *Isolepis tenuissima* Nees.

19. *Scirpus tenuis* Spreng. (*Isolepis tenuis* Schrad., *Isolepis atropurpurea* Nees.)

Herr Nees v. Esenbeck findet für nöthig, die Linksche Gattung *Eleogiton* anzunehmen, und bezeichnet sie durch folgende Merkmale: *Stylus bifidus, basi cum fructu continuus, post casum mucronulum relinquens; caryopsis compressa, pedicellata,* und rechnet dazu *Scirpus fluitans* Linn., *Isolepis digitata* Nees., Schrad. und mehrere neue Species, welche er blofs mit Namen anführt. Was zuerst den aufgestellten Karakter betrifft, so ergiebt sich bei der Vergleichung mit *Isolepis* kein anderer Unterschied, als dafs der *Stylus* in dieser *trifidus* und in jener *bifidus* sein soll; denn auf die *Caryopsis pedicellata* kann nicht Rücksicht genommen werden, da sich dieses Merkmal in *Isolepis fluitans* durchaus nicht auffinden läfst. Dieselben Gründe, welche ich bereits gegen die Unzulässigkeit eines zwei- oder dreitheiligen Staubweges als Gattungsunterschied angeführt habe, mufs ich auch hier geltend machen, und noch aufserdem hinzufügen, dafs Herr Nees v. Esenbeck, ungeachtet er dem *Genus Isolepis* einen *Stylus trifidus* zuschreibt, dazu eine Pflanze rechnet, wo der *Stylus* offenbar *bifidus* ist, nämlich *Isolepis Eckloniana* Schrad. Ich habe bis jetzt blofs von *Isolepis fluitans* gesprochen, weil ich rücksichtlich der zweiten mir bekannten Species, nämlich *Isolepis digitata* Nees in Schrad., eine Verwechselung der Namen befürchten mufs. Meine Pflanze, welche nach der Beschreibung und dem angeführten Synonyme die ächte Schradersche Pflanze zu sein scheint, hat einen *Stylus trifidus*, und so wenig Ähnlichkeit mit *Scirpus fluitans*, der sich übrigens sehr natürlich an *Isolepis Ludwigii, Eckloniana, tenuissima, pygmaea, bicolor* u. a. anreiht, als dafs ich mir denken könnte, Herr Nees von Esenbeck habe sie neben einander stellen, und als Gattung unterscheiden wollen.

Ich habe mich vielfältig überzeugt, dafs in denen Species, wo sogenannte *Setae* oder *Squamulae hypogynae* vorkommen, diese Organe sich zuweilen

sehr wenig ausbilden oder wohl gar verschwinden können. Den erstern Fall beobachtet man in einigen *Eleocharis-, Rhynchospora-* und *Fuirena*-Arten, ferner in *Scirpus debilis*, den zweiten habe ich in *Scirpus supinus* vorgefunden. Ich besitze nämlich von dieser Pflanze, welche bei uns stets ohne Borsten vorkommt, ein Exemplar, was bei Nismes in Frankreich gesammelt worden, von den unsrigen im übrigen durchaus nicht verschieden, aber mit fünf vollkommen ausgebildeten Borsten versehen ist, und also hiernach zu *Scirpus* gerechnet werden müfste. Es sollte mich daher nicht wundern, wenn sich in unsern Verzeichnissen Pflanzen unter verschiedenen Gattungen vorfänden, welche blofse Formen einer und derselben Art wären. So könnte *Scirpus melanospermus* Mey. leicht eine mit Borsten begabte Form von *Isolepis supina* sein, *Scirpus parvulus* R. et S., Mert. et Koch. eine *Isolepis fluitans* ohne Borsten, und *Isolepis pumila* R. et S. gleichfalls eine borstenlose Varietät von *Scirpus caespitosus* L. Herr Link, gleichsam als wenn er dies geahnet hätte, stellt *Scirpus parvulus* und *Isolepis fluitans* in seiner Gattung *Eleogiton* schon neben einander. Nach diesen Bemerkungen würde ich nicht abgeneigt sein, selbst die Gattung *Isolepis* mit *Scirpus* wieder zu vereinigen.

Eine besondere kleine Gruppe in der Gattung *Isolepis*, welche ich wegen ihrer Ähnlichkeit mit *Lipocarpha*, *Lipocarphoides* nennen möchte, bilden folgende Arten:

Scirpus squarrosus L. (*Isolepis squarrosa* R. et S.)

Scirpus micranthus Vahl. (*Isolepis micrantha* R. et S., *Scirpus subsquarrosus* Mühlenb., *Isolepis subsquarrosa* Schrad., *Scirpus minimus* Pursh. [excl. syn.?)]

Isolepis squarrosa Humb. et Kth. excl. syn. (*Scirpus sesquipollicaris* Willd. herb., *Isolepis Humboldtii* R. et S.)

Scirpus Michelianus L. (*Isolepis Micheliana* R. et S., *Dichostylis Micheliana* Nees.)

Isolepis Drègeana mihi, wozu *Scirpus dipsaceus* Vahl. herb. fol. 2. ex Cap. 6. spei, a Dahlio accepto (nec fol. 1 et 2.) gehört.

Scirpus hamulosus Stev. (*Cyperus hamulosus* Bieb., *Dichostylis hamosus* Nees. [1])

---

[1] In *Linnaea* IX. 289. Vier Seiten vorher (pag. 285.) ist diese Pflanze von Hrn. Nees von Esenbeck schon unter *Cyperus* aufgeführt.

Scirpus dipsaceus Rottb. (*Echinolytrum dipsaceum* Desv., Nees., *Isolepis dipsacea* R. et S.)

Die Schuppen sind in den eben angeführten Arten mehr oder weniger in eine Spitze verlängert, zuweilen fast in eine Granne auslaufend, der Staubweg dagegen erscheint zwei- oder dreitheilig, oft in derselben Ähre. Die beiden Neesischen Gattungen *Echinolytrum* und *Dichostylis* gehören hieher. Aus der letztern mufs aber auf jeden Fall *Cyperus pygmaeus* Rottb. entfernt werden, und ein *Cyperus* bleiben. *Dichostylis* soll nach Herrn Nees von Esenbeck *Spicae pauciflorae, trifariam imbricatae* und einen *Stylus bifidus, basi subbulbosa persistente* besitzen. Ich habe aber in den beiden Arten, die unfehlbar hieher gehören würden, nämlich in *Scirpus Michelianus* und *Scirpus hamulosus* keine einzige dieser Angaben richtig gefunden; die *Spicae* sind vielmehr *pluriflorae*, die *Squamae undique imbricatae*, der *Stylus* in *Sc. Michelianus bi-*, in *Sc. hamulosus trifidus* und an der Basis keinesweges verdickt. *Echinolytrum* wird blofs wegen der, an den Rändern mit gestielten Papillen besetzten Frucht von *Dichostylis* getrennt, wozu aber ihre grofse Ähnlichkeit mit den genannten Arten nicht zu berechtigen scheint.

Über *Fimbristylis* Vahl., Brown.

Der wesentliche Karakter dieser Gattung besteht in dem mit dem Fruchtknoten gegliederten, abfallenden Staubwege. Dieser ist aufserdem gewöhnlich plattgedrückt, gewimpert, an der Basis knollig angeschwollen, öfters zwei-, seltner dreispaltig. In sämmtlichen von mir untersuchten Arten habe ich ferner einen kleinen häutigen Discus angetroffen, an dessen äufserer Basis die Staubgefäfse entspringen. Die zu *Fimbristylis* gehörigen Pflanzen sind meist tropisch, von den 29 Brownschen Arten kommen blofs zwei aufserhalb der Wendekreise vor.

Herr Brown rechnet zu *Fimbristylis*, aufser mehreren neuen, folgende bekannte Arten: *Scirpus polytrichoides* Retz. (zu dem nach Hrn. Nees von Esenbeck *Scirpus scaber* Roxb. gehört), *Scirpus junceus* Forst., *Scirpus nutans* Retz. und *Scirpus miliaceus* Thunb. Jap.

Die von Vahl angeführten 24 Species sind, rücksichtlich der Gattung, bis auf zwei richtig bestimmt. Sie heifsen 1) *F. acuminatum* Vahl. 2) *F. nutans* Vahl. (*Scirpus nutans* Retz.) 3) *F. serrulatum* Vahl. (eine blofse

forma humilis, monostachya von *F. laxa.*) 4) *F. schoenoides* Vahl. (*Scirpus schoenoides* Retz.; hieher gehört auch nach Herrn Nees v. Esenbeck *Scirpus monostachys* Roxb., und nach meinen Untersuchungen *Isolepis rariflora* Schrad.) 5) *F. hirtellum* Vahl. (gehört zu *F. laxum.*) 6) *F. miliaceum* Vahl. (*Scirpus miliaceus* L., *Isolepis miliacea* Presl., *Trichelostylis miliacea* Nees., *Scirpus tetragonus* Poir., Roxb., *Fimbristylis tetragona* Dietr., *Isolepis tetragona* Schult., *Trichelostylis tetragona* Nees., *Scirpus parviflorus* Willd. herb., *Scirpus benghalensis* Pers. [fide Nees.], *Fimbristylis benghalensis* R. et S., *Fimbristylis emarginata* Wight., *Fimbristylis littoralis* Gaudich.) 7) *F. dichotomum* Vahl. (*Scirpus pallescens* Roxb., *Isolepis pubigera* Schrad.) 8) *F. glaucum* Vahl. 9) *F. aestivale* Vahl. 10) *F. squarrosum* Vahl. (hieher gehört *Isolepis hirta* H. et Kth., *Fimbristylis comata* Nees., *Scirpus aestivalis* Wall. in adn. ad Roxb. Flor.) 11) *F. puberulum* Vahl. (gehört zu *F. laxum.*) 12) *F. diphyllum* Vahl. (*Scirpus miliaceus* Nees., *Isolepis curvifolia* Schrad., *Fimbristylis pilosum et tomentosum* Vahl., *Fimbristylis mauritiana* Nees., *Scirpus fimbriatus* Willd. herb., *Fimbristylis ovalis, cincta, marginata, tristachya et obtusifolia* Nees., *Fimbristylis gracilis* Sieb. Agrost., *Fimbristylis rigidula* Nees.) 13) *F. tomentosum* Vahl. (vide *F. diphyllum.*) 14) *F. pilosum* Vahl. (vide *F. diphyllum.*) 15) *F. arvense* Vahl. (ist die indische Form von *Fimbristylis ferrugineum.*) 16) *F. umbellare* Vahl. (*Scirpus globulosus* Retz., Vahl. [nec Roxb.], *Trichelostylis globulosa* Nees., *Isolepis globulosa* R. et S.) 17) *F. ferrugineum* Vahl. (*Scirpus cinereo-fuscus* Willd. herb., *Fimbristylis castaneum et arvense* Vahl., *Fimbristylis marginata* Labill., *Fimbristylis compressa* R. et S. [fide Nees.], *Scirpus bonariensis* Poir. [fide Nees.], *Scirpus tranquebarensis* Roth. [fide Nees.]) 18) *F. laxum* Vahl. (*Scirpus Candelabrum* Willd. herb. *Fimbristylis Candelabrum* Schult., *Fimbristylis brizoides* Smith., *Isolepis dichotoma* H. et K. *excl. syn.*, *Scirpus annuus* All., *Fimbristylis puberulum et serrulatum* Vahl., *Isolepis varia* Schrad., *Scirpus depauperatus* Willd. herb., *Isolepis depauperata* Link., *Fimbristylis verrucosa* Presl., *Scirpus sulcatus* Ell., *Scirpus Elliottii* Spreng., *Fimbristylis hirtellum* Vahl. [*forma depauperata*].) 19) *F. castaneum* Vahl. (gehört zu *F. ferrugineum.*) 20) *F. cylindricum* Vahl. 21) *F. spadiceum* Vahl. 22) *F. argenteum* Vahl. (hieher gehört *Scirpus nanus* Poir.) 23) *Fimbristylis pygmaeum* Vahl. endlich ist eine *Isolepis* und 24) *Fimbristylis mucronatum* Vahl. ein junger *Scirpus littoralis.*

Aufserdem müssen zu *Fimbristylis* noch folgende Species gerechnet werden: 1) *Scirpus villosus* Poir. (wahrscheinlich einerlei mit *Fimbristylis puberula* [Vahl.] Willd. herb.). 2) *Fimbristylis mariana* Gaudich. 3) *Fimbristylis scaberrima* Nees. 4) *Fimbristylis speciosa* Rhode. 5) *Fimbristylis decora* Nees. 6) *Scirpus glomeratus* Retz. (*Scirpus cymosus* Lam., *Isolepis Haenkei* Presl., *Scirpus rigescens* Willd. herb.) 7) *Scirpus bispicatus* Koenig in Roxb. (*F. bispicata* Nees., *Scirpus tristachyus* Roxb.) und 8) *Scirpus Vahlii* Lam. (*Fimbristylis Vahlii* Link., *Isolepis Vahlii* H. et K.) Die genannten Arten haben sämmtlich einen zweispaltigen Staubweg.

Alle Vahlschen Species, mit Ausnahme von *F. umbellare et F. miliaceum*, sind gleichfalls mit einem zweitheiligen Staubwege versehen. Herr Nees v. Esenbeck betrachtet blofs diese als ächte *Fimbristylis*, und bildet aus denen mit einem dreispaltigen Staubwege die Gattung *Trichelostylis*. Aufser den bereits genannten beiden Arten *F. miliaceum* und *umbellare* gehören hieher folgende: 1) *Scirpus autumnalis* Linn. (*Fimbristylis autumnalis* R. et S., *Isolepis autumnalis* Presl., *Trichelostylis autumnalis* Nees., *Scirpus mucronatus* Mich., *Scirpus castaneus* Willd. herb.) 2) *Scirpus complanatus* Retz. (*Fimbristylis complanata* Link., *Isolepis complanata* R. et S., *Trichelostylis complanata* Nees., *Scirpus anceps* Willd. et? Roxb., *Isolepis Willdenowii* R. et S., *Cyperus complanatus* Willd., *Fimbristylis autumnalis var. indica* Roth., *Isolepis anceps Dietr.*) 3) *Scirpus cinnamometorum* Vahl. (*Trichelostylis cinnamometorum* Nees.) 4) *Scirpus quinquangularis* Vahl. (*Trichelostylis quinquangularis* Nees., *Scirpus pentagonus* Roxb., fide Nees.) 5) *Scirpus obtusifolius* Vahl. (*Isolepis obtusifolia* Beauv., *Trichelostylis obtusifolia* Nees.) 6) *Scirpus falcatus* Vahl. (*Isolepis falcata* R. et S.) 7) *Trichelostylis filiformis* Nees. 8) *Abildgaardia pubescens* Presl. 9) *Isolepis pubigera* Reichenb. (*Isolepis exilis* H. et K.) 10) *Isolepis gracilis* H. et K. (*Fimbristylis gracilis* R. et S.) 11) *Trichelostylis salbundia* Nees. 12) *Fimbristylis Torreyana* Gaud. 13) *Fimbristylis brevifolia* Presl. und 14) *Trichelostylis junciformis* Nees.

Trichelostylis Nees. kann nach meiner Ansicht nicht einmal als Abtheilung der Gattung *Fimbristylis* beibehalten werden, da oft in demselben Individuum der Staubweg bald zweispaltig, bald dreispaltig erscheint, z. B. in *Trichelostylis juncifolia, autumnalis et filiformis.*

* * *

1) *Scirpus festucoides* Poir. 2) *Scirpus barbatus* Rottb. (*Isolepis barbata* Brown., Nees., *Scirpus antarcticus* Vahl. [excl. syn.], Roxb., *Scirpus capillaris* L. spec., *Scirpus monander* Roxb. [nec Rottb.], *Isolepis fascicularis* Sieb., Spreng., *Isolepis Sieberi* Schrad., *Cyperus* [*Scirpus*] *capitatus* Willd. herb.) 3) *Scirpus stenophyllus* Ell. (*Dichromena caespitosa* Mühlenb.) 4) *Scirpus filamentosus* Vahl. 5) *Cyperus recurvus* Willd. herb. 6) *Scirpus vestitus* Reichenb. (*Scirpus hirsutus* Willd. herb., *Scirpus barbatus* Vahl. eclog.?) 7) *Isolepis junciformis* H. et K. (*Scirpus juncoides* Willd. herb., *Scirpus Humboldtii* Spreng., *Scirpus luzulinus et congestus* Reichenb.) 8) *Schoenus juncoides* Vahl. 9) *Scirpus tenellus* Willd. herb., Link. (*Fimbristylis tenella* Schult.) 10) *Scirpus puberulus* Poir. (*Scirpus Thouarsii* R. et S., *Isolepis Thouarsii* Nees., *Scirpus cuspidatus* Willd. herb.) 11) *Scirpus capillaris* Pursh. (*Isolepis capillaris* R. et S., Nees., *Scirpus Mühlenbergii* Spr., *Scirpus brachyphyllus* Willd. herb., Link., *Isolepis brachyphylla* Schult., *Scirpus ciliatifolius* Ell., *Scirpus minimus* Vahl. [excl. syn.], *Isolepis trichodes var. minima* Schrad., *Scirpus tenuifolius* Rudge, *Isolepis tenuifolia* Dietr., *Isolepis bufonia* H. et K., *Scirpus bufonius* Spr., *Isolepis asperiuscula* H. et K., *Scirpus asperiusculus, fuscus et humilis* Willd. herb., *Isolepis fusca* Link., *Isolepis scabra et ciliata* Presl., *Scirpus densus* Wall., Roxb., *Isolepis densa* Schult., Nees., *Isolepis tenuissima* Don., *Scirpus capillaris* L., *Isolepis tenerrima* Fisch. et Mey.) und einige andere neue Brasilianische und Capische Arten bilden eine kleine Gruppe von Gewächsen, welche mit *Trichelostylis* sehr nahe verwandt ist, sich aber dadurch unterscheidet, dafs die Basis des dreitheiligen (höchst selten zweitheiligen) Staubwegs in Gestalt eines kleinen Höckers auf der Frucht stehen bleibt, wie bei *Eleocharis*, von welcher Gattung sich jedoch diese Gewächse durch Habitus und Abwesenheit der Borsten hinlänglich unterscheiden. Die Schuppen sind *carinatae* und am Rücken meist dreinervig. Da sich die verschiedenen Gattungen der Cyperaceen vorzüglich auf das Verhalten des Staubwegs zur Frucht gründen, so verdiente diese Gruppe vielleicht um so mehr eine besondere Gattung zu bilden, da sie sich nicht füglich in einer der bekannten unterbringen läfst.

Über *Abildgaardia* Vahl., Brown.

Abildgaardia ist von *Trichelostylis* allein durch die *Squamae distichae* verschieden. Nach Herrn Nees v. Esenbeck sind diese aber blofs an-

fänglich *distichae*, und werden später, bei der Fruchtreife, durch eine leichte Drehung der Spindel, *trifariae*. Der Staubweg ist dreispaltig, an der Basis pyramidenartig verdickt, mit dem Ovarium articulirt und später abfallend. Aufser den beiden Vahlschen Species *Abildgaardia monostachya* (zu der *A. Rottboelliana et indica* Nees., *A. compressa* Presl. und *Xyris brasiliensis* Spr. gerechnet werden müssen) und *A. tristachya* gehören mit Gewifsheit hieher *Schoenus pilosus* Willd. herb. (*Abildgaardia pilosa* Nees.), *Abildgaardia fusca* Nees. und *Abildgaardia Eragrostis* Nees. Die letztere, welche einerlei mit *Scirpus* (*Fimbristylis*) *obtusifolius sive Scirpus hybridus* Vahl. herb. fol. 27 ist, bildet einigermafsen den Übergang dieser Gattung zu *Schoenus* Brown. *Abildgaardia monostochya* Vahl. herb. fol. 2 ist bestimmt *Fimbristylis schoenoides* Vahl.

Über *Ficinia* Schrad., Nees.

Diese Gattung wurde von Herrn Schrader in seinen *Analecta ad Floram Capensem* aufgestellt, und durch folgende Karaktere beschrieben: *Spicae multiflorae. Glumae undique imbricatae, infima vacua. Perigynium subcyathiforme, trilobum. Stylus tripartitus, deciduus. Nucula perigynio stipata, crustacea.* Vergleicht man die gegebenen Merkmale mit denen von *Isolepis*, so findet sich, dafs der Unterschied beider Gattungen blofs auf der Gegenwart oder Abwesenheit eines Discus beruht, welchen Herr Schrader unter dem Namen *Perigynium* mit dem kelchartigen Organe in *Scirpus*, *Rhynchospora* etc. zu verwechseln scheint. Jener Discus ist nämlich in *Ficinia* vorhanden, erscheint hier meist stielartig und an der Spitze dreilappig, fehlt dagegen gänzlich in *Isolepis*. Hiernach hat Herr Schrader zu der erstern mit Recht folgende fünf Arten gezogen: 1) *Ficinia truncata* Schrad. (*Scirpus truncatus* Thunb., *Isolepis truncata* Nees. olim.) 2) *Ficinia filiformis* Schrad. (*Schoenus filiformis* Lam., Vahl. [excl. syn. Thunb.], *Schoenus oliganthos* Steud., *Isolepis oliganthes* Nees., *Scirpus marginatus* Thunb., Vahl., *Scirpus crinitus* Poir., *Isolepis marginata* Dietr., *Baeothryum crinitum* Dietr.) 3) *Schoenus indicus* Lam., Vahl. (hierzu rechnet Vahl *Schoenus Capitellum* Thunb., welche beide zu meiner *Ficinia striata* ([1]) gehören.) 4) *Ficinia gracilis*

([1]) Ich rechne hierzu *Schoenus striatus* Thunb., Vahl., *Schoenus indicus* Lam., Vahl., *Schoenns Capitellum* Thunb., *Chaetospora striata et Capitellum* Dietr., *Hypolepis Capitellum* Nees., *Ficinia Capitellum* Nees., *Melancranis pallida* Nees., *Schoenus coronatus et subserratus*

Schrad. (Herr Nees v. Esenbeck vereinigt hiermit *Scirpus gracilis* Poir., *Trichelostylis gracilis* Nees. olim, *Isolepis gracilis* Schrad.) und 5) *Ficinia setiformis* Schrad. (eine Form meiner *Ficinia striata*.)

Später (im 9[ten] Bande der Linnaea pag. 292) hat Herr Nees v. Esenbeck die Gattung *Ficinia* mit folgenden Arten bereichert: 1) *Ficinia scariosa* (*Schoenus scariosus* Vahl., nec Thunb.) 2) *Ficinia acuminata* (*Scirpus acuminatus* Steud., *Isolepis acuminata* Nees. olim.) 3) *Ficinia bulbosa* (*Schoenus bulbosus* L. Aufserdem gehören folgende Synonyme hieher: *Scirpus capensis* Rottb., Steud., *Isolepis bulbosa* Nees. olim [excl. *Schoeno bulboso* Thunb.], *Scirpus vaginatus* Thunb., Vahl. [fide Nees.], *Schoenus spicatus* Thunb. [fide Schrad.], Vahl., Schrad., *Scirpus bicapitatus* Poir., *Scirpus biceps* R. et S.) 4) *Ficinia brevifolia* (hiermit mufs nach meinen Untersuchungen *Melancranis radiata* Vahl. vereinigt werden.) 5) *Ficinia praeusta* 6) *Ficinia atrata* (gehört zu meiner *Ficinia striata*.) 7) *Ficinia pallida* (ist gleichfalls mit *Ficinia striata* nob. zu vereinigen.) 8) *Ficinia Capitellum* (eine Form von *Ficinia striata* nob.) 9) *Ficinia antarctica* (*Isolepis diabolica* R. et S., *Scirpus diabolicus* Steud., *Scirpus antarcticus* Thunb.) 10) *Ficinia Eckloniana* (*Isolepis Steudelii* Schrad., *Scirpus Ecklonianus* Steud.) 11) *Ficinia tristachya* (*Scirpus tristachyus* Rottb., Thunb., Vahl. [excl. syn. L. et Burm.], *Isolepis tristachya* R. et S., *Scirpus Pseudoschoenus* Steud.) 12) *Ficinia filamentosa* (*Isolepis filamentosa* Nees. olim. Von *Scirpus filamentosus* Vahl. sehr verschieden.) 13) *Ficinia laciniata* (*Isolepis laciniata* Schrad.) 14) *Ficinia composita* ([1]) (*Hypolepis composita* Nees. olim.) 15) *Ficinia*

Schrad., *Schoenus atratus* Schrad., *Hypolepis atrata* Nees., *Ficinia atrata* Nees., *Ficinia setiformis* Schrad., *Schoenus pallens* Schrad. und *Ficinia pallida* Nees.

([1]) Herr Nees v. Esenbeck stellte diese Species zuerst im 7[ten] Bande der Linnaea unter dem Namen *Hypolepis composita* auf, und rechnete dazu *Schoenus aggregatus* Thunb., *Scirpus laciniatus* Thunb., *Scirpus acrostachys* Steud. und *Isolepis acrostachya* Schrad.; im 9[ten] Bande desselben Werkes gab er die Gattung *Hypolepis* mit Recht auf, und änderte daher jenen Namen in *Ficinia composita* um, ohne jedoch der übrigen frühern Synonyme zu erwähnen; in seiner neuesten, im 10[ten] Bande erschienenen Arbeit über die Capischen Cyperaceen endlich findet sich wieder eine *Ficinia composita* aufgeführt und beschrieben; da aber dabei durchaus keine Synonyme angegeben sind, so kann ich mit Gewifsheit nicht ausmitteln, ob sie einerlei mit der frühern ist, wie es die Beschreibung vermuthen läfst. In diesem Falle mufs hier wenigstens das zweite Thunbergsche Synonym wegfallen, da Herr Nees von Esenbeck diese Pflanze für eine besondere Art hält, und unter dem Namen *Ficinia laciniata* aufführt.

ixoides 16) *Ficinia picta* 17) *Ficinia semibracteata* 18) *Ficinia contexta* 19) *Ficinia involuta* und 20) *Ficinia laevis.*

Von diesen 20 Arten kenne ich die 7 letztern blofs dem Namen nach, und mufs mir darüber jedes Urtheils enthalten ([1]). Was die übrigen 13 betrifft, so habe ich in den 8 erstern den Discus deutlich beobachtet, in den 5 übrigen aber keine Spur davon auffinden können, wobei jedoch zu bemerken ist, dafs ich diese Pflanzen blofs im blühenden Zustande untersuchen konnte. Dieser Discus, wodurch sich *Ficinia*, wie bereits bemerkt, allein von *Isolepis* unterscheidet, erscheint erst in der Frucht vollkommen ausgebildet, und läfst sich zuweilen nur in dieser auffinden. So habe ich davon an *Ficinia gracilis*, im blühenden Zustande, keine Spur wahrnehmen können, während er sich mir später unter der Frucht in Gestalt eines fleischigen Stiels deutlich zeigte. In *Ficinia striata* habe ich ihn mehrmals am Ovarium beobachtet, sehr oft schien er mir aber auch gänzlich zu fehlen. In *Ficinia scariosa, filiformis, acuminata, bulbosa* und *brevifolia* ist er jederzeit vorhanden, und läfst sich schon im blühenden Zustande der Pflanze leicht auffinden. Hiernach wird es wahrscheinlich, dafs mehrere der Neesischen Arten, an denen ich bisher keine Spur des Discus entdecken konnte, sich in dem erstern Falle befinden, den Discus nämlich erst später im Fruchtzustande entwickeln. Nach obigen Bemerkungen möchte ich Anstand nehmen, die Gegenwart eines solchen Discus für wichtig genug zu erachten, um darauf eine Gattung zu gründen, und die damit versehenen Pflanzen für von *Isolepis* hin-

---

Jener *Scirpus laciniatus* Thunb. wird übrigens in demselben 7ten Bande der Linnaea, wo (pag. 525) er als Synonym von *Hypolepis composita* erscheint, neunzehn Seiten vorher (pag. 506) fragweise zu *Isolepis Eckloniana* β gezogen. (Spätere Anmerk. des Verfassers.)

([1]) Die neueste, von Herrn Nees v. Esenbeck im 10ten Bande der Linnaea publicirte Arbeit hat in obige Angaben einige Änderungen gebracht. So finden sich z. B. von den früher blofs mit Namen angeführten Species hier zwei genauer beschrieben, nämlich *Ficinia ixioides* und *Ficinia involuta; Ficinia praeusta* dagegen wird für einerlei mit *F. laevis* erklärt. Als ganz neue Arten kommen folgende hinzu: *Ficinia praemorsa, leiocarpa, albicans, argyropus, fascicularis, anceps* und *conifera. Scirpus fastigiatus* Thunb. wird als eine *Ficinia* betrachtet, zu der vielleicht die mir blofs noch dem Namen nach bekannte *F. picta* gezogen werden mufs. *Scirpus gracilis* Poir., *Trichelostylis gracilis* und *Ficinia gracilis* Schrad. gehören endlich jetzt drei verschiedenen Species an, wovon blofs die letztere in der Gattung *Ficinia* bleibt, die beiden andern aber unter *Isolepis* gesetzt werden. (Spätere Anmerkung des Verfassers.)

länglich verschieden zu halten, wenn sie nicht sämmtlich im Habitus eine grofse Übereinstimmung zeigten, und ohne Ausnahme dem Vorgebirge der guten Hoffnung angehörten. Ob nämlich die auf der Norfolks-Insel aufgefundene *Ficinia guttata* Endl. wirklich hieher gehört, lasse ich bis zur Ansicht der Pflanze noch unentschieden.

Man mag sich aber hiernach entweder für die Vereinigung oder für die Beibehaltung von *Ficinia* entscheiden, so können auf keinen Fall *Hypolepis* Nees., *Schoenidium* Nees., *Sickmannia* Nees. und *Pleurachne* Schrad. als besondere Gattungen bestehen. Die erste ist bereits von Herrn Nees v. Esenbeck selbst aufgegeben worden. Was die übrigen betrifft, so unterscheidet sich *Schoenidium* von *Ficinia* blofs durch den zweitheiligen Staubweg, während es sich durch seine übrigen Karaktere sehr natürlich an diese Gattung anreiht. Da die Zahl der Abtheilungen des Staubwegs in keinem andern Falle zur Unterscheidung von Gattungen als allein hinreichend betrachtet worden ist, so mufs sie in dem gegenwärtigen um so mehr unberücksichtigt bleiben, da sich der Staubweg in *Ficinia guttata* (von der jedoch noch zweifelhaft bleibt, ob sie wirklich hieher gehört), nach Herrn Endlicher, gleichzeitig zwei- und dreispaltig zeigt. Mit noch mehrerem Rechte mufs aber *Sickmannia* eingehen, und mit *Ficinia* vereinigt werden, indem sich zwischen beiden Gattungen durchaus kein Unterschied auffinden läfst; denn die von Herrn Nees v. Esenbeck angegebenen Merkmale sind entweder gar nicht vorhanden, z. B. die *Spicula androgyna* und der *Stylus apice tridentatus* (ich finde ihn nämlich jederzeit *trifidus*), oder werden auch gleichzeitig in *Ficinia* angetroffen. Herr Nees v. Esenbeck erwähnt nur einer einzigen Art, die er *Sickmannia radiata* nennt, und zu welcher von ihm *Scirpus radiatus* Thunb., *Schoenus radiatus* Linn. und *Melancranis radiata* Vahl. gezogen werden. Das letzte Synonym gehört aber nicht hieher, sondern zu *Ficinia brevifolia*.

Wie bereits angedeutet worden, ist auch die Schraderche Gattung *Pleurachne* mit *Ficinia* zu verbinden. Der einzige Unterschied nämlich, welcher sich hier wirklich vorfindet, besteht in der Stellung der *Spicae*, welche in *Pleurachne* ährenartig, in *Ficinia* dagegen kopfförmig vereinigt erscheinen; denn diese sind keinesweges, wie Herr Schrader angiebt, *pauciflorae*, sondern *multiflorae*, und die Schuppen, aus welchen sie bestehen, nicht *distichae*, sondern *undique imbricatae*.

Über *Melancranis* Vahl.

Die Gattung *Melancranis* Vahl., welche wahrscheinlich auf eine einzige Art, nämlich *M. scariosa* Vahl. beschränkt werden mufs ([1]), unterscheidet sich von *Ficinia* allein durch den Habitus. Die Ähren sind nämlich auch hier, wie in den meisten Ficinien, kopfförmig vereinigt, aber durch sehr grofse, hervorstehende, trockne Bracteen getrennt. Aufserdem scheinen jene *pauciflorae* zu sein. Der Staubweg ist tief dreispaltig und nicht zweispaltig, wie Vahl, aus Versehen, angiebt. Ich schlage vor, die Gattung noch vorläufig beizubehalten, und auf folgende Weise zu begrenzen:

Melancranis (richtiger *Melanocranis*) Vahl.

Spicae pauciflorae, capitato-congestae, bracteis distinctae longioribus undique imbricatis membranaceis acuminato-mucronatis, dorso convexis. Squamae undique imbricatae, carinatae. Setae squamulaeque calycinae nullae. Stamina 3. *Ovarium disco impositum. Stylus profunde trifidus, basi aequalis, deciduus. Achenium trigonum, obtusum, disco trilobo insidens. — Culmi caespitosi, filiformes. Folia filiformi-capillaria. Capitulum terminale, involucratum.*

([1]) *Melancranis radiata* Vahl. ist schon bei *Ficinia brevifolia* als Synonym aufgeführt worden, und *Melancranis nigrescens* Schrad. ist eine blofse Form von *M. scariosa* Vahl.

Über die

Linnéischen Gattungen *Scirpus* und *Schoenus*.

Von

Hrn. KUNTH.

[Gelesen in der Königlichen Akademie der Wissenschaften am 14. Juli 1836.]

Zweite Abtheilung.

Über *Rhynchospora, Dichroma, Cladium, Machaerina, Lepidosperma* und mehrere andere mit ihnen verwandte Gattungen.

Eine noch gröfsere Theilung als *Scirpus* Linn. hat *Schoenus* Linn. erlitten, und die Zahl der daraus gebildeten Gattungen ist jetzt so bedeutend, dafs sie die gröfste natürliche Gruppe in der Familie der Cyperaceen ausmachen. Linné führte in der zweiten Auflage seiner *Species plantarum* zwölf *Schoenus*-Arten auf, welche nach den jetzigen Ansichten fast eben so viel verschiedenen Gattungen angehören. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn der von ihm gegebene Karakter nicht auf alle Arten pafst, und fast unverständlich erscheint. Dasselbe läfst sich gleichfalls von der Jussieuschen Begrenzung der Gattung *Schoenus* sagen. Ich halte es für überflüssig, diese Behauptung hier mit weitern Beweisen zu unterstützen, da sie aus dem folgenden von selbst hervorgehen.

Spätere Botaniker bis auf Vahl haben hierin nichts wesentliches geändert, vielmehr dieses Übel durch das Hinzufügen einer Menge neuer, nicht dazu gehöriger Arten vergröfsert. Dieser Vorwurf trifft hauptsächlich Thunberg, indem die meisten seiner Species seitdem anderweitig ihren Platz gefunden haben, die übrigen aber noch zweifelhaft sind, und es so lange bleiben dürften, bis man Gelegenheit finden wird, davon Originalexemplare zu untersuchen. Die Compilatoren der damaligen Zeit haben

jene fremdartigen Materialien ohne Kritik aufgenommen, und in der Gattung *Schoenus* vereinigt gelassen. Auf solche Weise finden sich in Willdenow's *Species plantarum* 39 Arten, und Persoon bringt ihre Zahl selbst bis auf 49, obgleich er davon schon in Folge Richardscher Mittheilungen zwei bekannte Arten getrennt, und darauf die Gattungen *Dulichium* und *Dichroma* gegründet hatte.

Vahl fand bei seiner freundschaftlichen Verbindung mit Richard noch mehr Gelegenheit die scharfsinnigen Ansichten und reichen Materialien jenes unsterblichen Mannes kennen zu lernen, und vielfach zu benutzen. Die Gattungen *Rhynchospora, Machaerina, Melancranis* sind auf diese Weise entstanden. Aufserdem nahm Vahl die beiden Richard-Persoonschen Gattungen *Dulichium* und *Dichroma* an, änderte blofs, und zwar mit Unrecht, den letztern Namen in *Dichromena* um. Ungeachtet dieser vorausgegangenen Trennungen zählt bei Vahl die Gattung *Schoenus* noch 48 Arten, welches aber meist Gewächse von sehr verschiedenem Blüthen- und Fruchtbau sind, und worauf der von ihm gegebene kurze und unbestimmte Gattungskarakter daher keinesweges pafst.

Herr Brown benutzte bei Bearbeitung der Neuholländischen Cyperaceen die vorgefundenen Materialien, säuberte die ältern Gattungen von vielem Fremdartigen, begrenzte dieselben durch neue und bestimmtere Karaktere, und bildete mehrere neue Gattungen theils nach ältern, theils nach vorher unbekannten, von ihm oder andern aufgefundenen Arten. Wenn seine Reform nicht gleich den allgemeinen Beifall fand, den sie verdiente, so lag es vielleicht darin, dafs sie sich nicht auf alle bekannte Arten erstreckte, und hauptsächlich, weil sie eine zu grofse Vermehrung der Gattungen und Arten befürchten liefs. Dieses letztere war wenigstens der Grund, welcher mich damals veranlafste, mit einer kleinen Abhandlung über diesen Gegenstand aufzutreten. Wie weit sich seitdem meine Ansichten in dieser Beziehung geändert haben, wird aus dem Folgenden deutlich hervorgehen.

Durch Brown's vortreffliche Arbeiten war aber rücksichtlich der Gattung *Schoenus* noch nicht alles abgemacht und geordnet. Da sich Hr. Brown, wie bereits bemerkt, nicht über alle bekannte Arten erklärt hatte, so enthielt sie noch eine grofse Anzahl von Gewächsen, auf welche der von Hrn. Brown neu aufgestellte Gattungskarakter keinesweges pafste.

Von den Brownschen Ansichten mehr oder weniger durchdrungen und geleitet, suchten spätere Botaniker durch neue Trennungen diesem Übelstande abzuhelfen. So bildeten theils auf Unkosten der Gattung *Schoenus*, theils mit neuen Materialien Herr Schrader die *Genera Acrolepis*, *Hemichlaena*, *Pleurachne*, *Ecklonia*, *Melachne* und *Ficinia*, Herr Link die Gattungen *Blysmus* und *Streblidia*, Herr Gaudichaud die Gattungen *Merlotia* und *Baumea*, Herr Adolph Brongniart die Gattung *Pleurostachys* und Herr Desvaux die Gattung *Nemum*.

Palisot de Beauvois beabsichtigte, die Familie der Cyperaceen einer ähnlichen Bearbeitung zu unterwerfen, wie er sie über die Gräser geliefert hat, wurde aber durch einen frühen Tod daran verhindert. Was wir rücksichtlich der Gattungen von ihm zu erwarten hatten, läfst sich aus den kurzen Mittheilungen des Hrn. Lestiboudois blofs ahnden. Die Gattungen *Spermodon*, *Zosterospermum*, *Schoenopsis*, *Trasi*, *Nemochloa* und *Elynanthus* rühren von ihm her, und dürften bis auf eine einzige wohl in der Folge nur noch unter den unnützen Synonymen ihren Platz finden.

Herr Nees von Esenbeck, wahrscheinlich von dem Grundsatze ausgehend, dafs sich kleinere Gruppen leichter und schärfer begrenzen lassen, hat sich mit den vielen, auf Unkosten von *Schoenus* gebildeten Gattungen nicht begnügt, sondern noch 16 neue hinzugebracht, so dafs auf diese Weise die Zahl derselben mehr als um das Doppelte vermehrt worden ist. Die von ihm neu aufgestellten Gattungen sind folgende: *Morisia*, *Haplostylis*, *Mitrospora*, *Calyptrostylis*, *Cephaloschoenus*, *Diplochaete*, *Ceratoschoenus*, *Haloschoenus*, *Echinoschoenus*, *Chapelliera*, *Asterochaete*, *Cyatocoma*, *Buekia*, *Sclerochaetium*, *Sickmannia* und *Schoenidium*. Aufserdem behält er die meisten der frühern Gattungen bei, und sucht sie durch feinere Karaktere zu unterscheiden.

Von *Sickmannia* und *Schoenidium* habe ich bereits im ersten Theile dieser Abhandlung gesprochen, und gezeigt, dafs beide Gattungen zu *Ficinia* gezogen werden müssen, und also zur Gruppe der Scirpeen gehören. Was von den übrigen zu halten ist, wird sich bei Beleuchtung der einzelnen Gattungen ergeben, welche nach meiner Ansicht vor der Hand beibehalten werden müssen, und meine Gruppe der Rhynchosporeen bilden, welche die gleichnamige Neesische und seine Cladieen in sich begreift.

Über *Rhynchospora* Vahl.

Diese Gattung, von Richard aufgestellt, von Vahl publicirt, von Herrn Brown und den meisten neuern Botanikern fast unverändert angenommen, gehört zu den an Arten reichsten dieser natürlichen Gruppe. Sie ist vorzüglich durch die Frucht ausgezeichnet, welche mit der stehenbleibenden, verdickten Basis des Staubweges gekrönt, und von Kelchborsten umgeben erscheint. Obgleich sie eine der natürlichsten ist, so zeigt hier dennoch der Habitus nicht immer die grofse Übereinstimmung, welche wir in dergleichen Fällen zu beobachten gewohnt sind. Die Ährchen erscheinen bald zerstreut stehend, bald büschelförmig vereinigt, bald in dichte Köpfchen zusammengedrängt. Diese Verschiedenheit ist wahrscheinlich die Hauptursache weiterer Trennungen geworden, denn die Gattungen *Morisia, Cephaloschoenus* und *Echinoschoenus* scheinen offenbar diesem Umstande ihr Entstehen zu verdanken, da sie im Blüthen- und Fruchtbau durchaus keine wesentlichen Verschiedenheiten mit *Rhynchospora* zeigen.

Rücksichtlich der Form und Länge des schnabelartigen Fortsatzes der Frucht findet bei den einzelnen Arten eine grofse Mannigfaltigkeit statt, kann aber durchaus nicht zu weiteren Theilungen der Gattung benutzt werden, da ganz ähnliche Arten hierin oft bedeutende Verschiedenheiten zeigen. Der Schnabel erscheint bald ungewöhnlich lang und dünn, wie in *R. longirostris, R. triflora, R. polycephala* u. a., bald kurz und breit, wie in *R. ciliata* und *R. setacea*. Am häufigsten aber kommen die verschiedenen Zwischenformen vor.

Eine eben so grofse Verschiedenheit zeigt sich gleichfalls in der Zahl, Länge und sonstigen Beschaffenheit der borstenartigen Organe, welche hier die Stelle des Kelches vertreten. Sie sind meist mit kurzen, steifen Härchen besetzt, welche gewöhnlich nach oben gekehrt sind; nur selten (in *R. fusca* und *R. glomerata*) zeigen sie die entgegengesetzte Richtung. Zuweilen werden diese Asperitäten durch längere, seidenartige Haare ersetzt, welche den Borsten ein federartiges Ansehen geben, z. B. in *Rhynchospora capitata, globosa, armerioides, barbata* und *plumosa*. Sehr nahe verwandte Arten, wie *R. globosa* und *armerioides, R. plumosa* und *R. laxa,* zeigen sich hierin verschieden, daher auch noch niemand gewagt hat, darauf weitere Trennungen der Gattung zu gründen. Die Zahl und Länge der Borsten liefern hier eben

so unbeständige Karaktere, und variiren oft in ein und derselben Art. Man findet deren gewöhnlich sechs, zuweilen auch mehr, oft weniger. Die Borsten zeigen sich zuweilen so kurz, dafs sie von Herrn Nees von Esenbeck in meiner *R. Wallichiana* übersehen worden sind, oder verschwinden wohl auch zuweilen gänzlich, wie in *R. exaltata,* welche ich bei ihrer grofsen Ähnlichkeit mit *R. polycephala,* aus diesem einzigen Grunde, nicht von *Rhynchospora* trennen möchte. Ich werde mich in der Folge bei Gelegenheit der Gattung *Dichroma* auf diesen Umstand beziehen.

Nachträglich zu den oben angeführten Beispielen von allmähligem Verschwinden der Kelchborsten verdient noch bemerkt zu werden, dafs Herr Nees von Esenbeck die erwähnte *Rhynchospora Wallichiana* als zwei verschiedenen Gattungen angehörig betrachtet, und diejenigen Exemplare, an welchen er die Borsten auffand, unter dem Namen *Haplostylis Meyeni,* diejenigen aber, an denen er sie, wegen ihrer Kürze, übersah, *Morisia Wallichii* nannte. Da sich jene beiden vermeintlichen Gattungen blofs auf die Gegenwart oder Abwesenheit der Borsten gründen, dieser Unterschied hier aber nicht vorhanden ist, so müssen sie schon aus diesem Grunde vereinigt werden. Herr Nees von Esenbeck beschreibt sie aufserdem als monöcistisch, was ich vollkommen richtig gefunden habe; es fragt sich aber ob dieser Umstand allein zur Begründung von Gattungen benutzt werden kann, zumal in einer Gruppe von Gewächsen, wo sich fast überall die obern oder untern Blüthen des Ährchens unvollkommen ausbilden. Ich werde mich nie dazu entschliefsen können, jenes Gewächs von der so ähnlichen *Rhynchospora polycephala* zu trennen, mit welcher letztern übrigens *R. triceps* und viele andere, als verschieden angesehene zusammenfallen. Unbegreiflich bleibt es mir, wie Herr Nees von Esenbeck jenen *Schoenus triceps* von seinem *Cephaloschoenus* (*Rhynchospora mihi*) *polycephalus* entfernen, unter dem Namen *Echinoschoenus* zu einer besondern Gattung erheben, und in eine verschiedene Abtheilung seiner Rhynchosporeen setzen konnte.

Eben so wie *Morisia, Haplostylis* und *Echinoschoenus* halte ich auch die Neesische Gattung *Mitrospora* für nicht verschieden von *Rhynchospora,* denn die *Setae fugaces vel nullae,* welche den alleinigen Unterschied bilden sollen, halte ich nicht für wichtig genug, zumal da diese Angabe noch dahin berichtigt werden mufs, dafs die *Setae* meist fehlen, wenn sie aber vorkommen, zwar sehr klein und zart erscheinen, aber keinesweges *fugaces* genannt

werden können, indem sie an der Basis der Frucht jederzeit stehen bleiben. Übrigens zeigt *Rhynchospora polyphylla* Vahl., womit diese Gattung gebildet worden ist, die gröfste Ähnlichkeit mit meiner *Rhynchospora Schiedeana*, welche gewifs auch Hr. Nees von Esenbeck als eine ächte *Rhynchospora*-Art betrachten würde.

Eine etwas abweichende Struktur der Anthere fand ich in *Rhynchospora* an mehreren von Herrn Nees von Esenbeck unter dem Namen *Cephaloschoenus* vereinigten Arten, scheint aber von ihm bei Aufstellung seiner Gattung übersehen worden zu sein. Die Antheren sind hier nämlich an der Basis bedeutend zusammengezogen, und enthalten an dieser Stelle keinen Pollen. *R. albiceps* und *R. exaltata*, zwei neue Species, die sich durch ihren Habitus unfehlbar an jene Gruppe anschliefsen, zeigen aber diese Verschiedenheit gar nicht, oder wenigstens nur in sehr geringem Grade.

Der Staubweg ist in *Rhynchospora* jederzeit mehr oder weniger zweispaltig, in einigen Arten, z. B. in *R. armerioides, Wallichiana, barbata, polycephala, aurea* u. a. überaus lang, und blofs an der Spitze in zwei kurze Lappen getheilt. In diesem letztern Falle wird zuweilen die Theilung übersehen, oder durch das Abbrechen der Spitze unbemerkbar, ein Irrthum, in den Herr Nees v. Esenbeck bei Aufstellung der Gattungen *Morisia, Haplostylis, Cephaloschoenus, Calytrostylis* verfallen ist, denen er daher sämmtlich, mit Unrecht, einen *Stylus simplex* zuschreibt. Dies würde einen neuen Grund liefern die vorgeschlagene Vereinigung obiger Gattungen mit *Rhynchospora* zu rechtfertigen. Der zwischen dieser und *Cephaloschoenus* aufserdem von Herrn Nees von Esenbeck angegebene Geschlechtsunterschied ist gleichfalls nicht vorhanden, ich finde vielmehr in sämmtlichen, von mir beobachteten *Cephaloschoenus*-Arten die obern Blüthen, wie in *Rhynchospora*, jederzeit männlich.

Die Frucht zeigt in der Gattung *Rhynchospora* zwar einige Verschiedenheit rücksichtlich der Form und Oberfläche, ist aber bis jetzt bei Trennungen mit Recht fast unbeachtet geblieben. Dafs sie zuweilen durch die herablaufende Basis des Staubweges geflügelt erscheint, habe ich, meines Wissens, zuerst bemerkt, mich aber geirrt, die Art, an der ich diesen Karakter beobachtete, für neu zu halten. Nach Vergleichung von Originalexemplaren bin ich vielmehr zu der Überzeugung gelangt, dafs meine *Chaetospora pterospora* mit *Schoenus globosus* Rudg., *Scirpus macrostylis* Spreng.

und *Haplostylis bahiensis* Nees. zu *Schoenus barbatus* Vahl. gehört, und also eine ächte *Rhynchospora* ist. Herr Nees von Esenbeck gründet auf jene Verschiedenheit eine Unterabtheilung seiner Gattung *Haplostylis,* die er *Pterorhynchium* nennt, und eben so wenig wie die ganze Gattung beibehalten zu werden verdient, da sich bei ganz ähnlichen Arten, wie in *R. Wallichiana* und *polycephala,* nicht diese, sondern die gewöhnliche Fruchtbildung vorfindet.

Unter den von Herrn Nees von Esenbeck zur Gattung *Cephaloschoenus* gezogenen Arten findet sich eine, welche er für neu hält, und *Cephaloschoenus divergens* nennt. Sie scheint in allen Stücken mit *Rhynchospora aurea* übereinzustimmen, und sich von dieser als Species nicht wesentlich zu unterscheiden. Ich besitze sie aus verschiedenen Gegenden, unter andern auch, in einem sehr unvollkommenen Exemplare, aus den Mariannen, von meinem Freunde Gaudichaud gesammelt. Sonderbar ist, daſs diese letztere Pflanze der Typus einer neuen Gattung geworden, und von Herrn Nees von Esenbeck unter den Namen *Calyptrostylis Gaudichaudii* bekannt gemacht worden ist. Daſs hierbei meinerseits kein Irrthum obwaltet, geht aus dem Umstande hervor, daſs Herr Nees von Esenbeck die verschiedenen Exemplare meines Herbariums untersucht und selbst benannt hat. Hiernach findet sich also ein und dieselbe Species von Herrn Nees von Esenbeck in drei verschiedenen Gattungen zweier besondern Abtheilungen aufgeführt, nämlich in *Rhynchospora* als *R. aurea,* in *Cephaloschoenus* als *C. divergens* und in *Calyptrostylis* als *C. Gaudichaudii.* Herr Nees von Esenbeck hält ferner *Schoenus floridus* Rudg. für eine zweite Art seiner neuen Gattung, wahrscheinlich ohne darauf geachtet zu haben, daſs bereits seit 26 Jahren Herr Brown diese Pflanze zu *Rhynchospora aurea* rechnet. *Calyptrostylis Rudgei* Nees. würde auf diese Weise das vierte Synonym jener Pflanze sein. Daſs sich übrigens die Gattung *Calyptrostylis* Nees. durch keine wesentlichen Merkmale von *Rhynchospora* unterscheidet, geht von selbst aus folgendem von Herrn Nees von Esenbeck aufgestellten Karakter hervor: *Spicae hermaphroditae, basi apiceque steriles. Perigynii setae* 6. *Stylus simplex, basi incrassatus. Caryopsis compresso-hexagona, scrobiculata, styli basi crassa calyptrata.*

Was von *Diplochaete* und *Ceratoschoenus* zu halten ist, wage ich ohne Ansicht der Pflanzen nicht zu entscheiden. Herr Nees von Esenbeck

läfst sie auf *Rhynchospora* folgen, was ihre nahe Verwandtschaft mit dieser Gattung anzudeuten scheint.

Über *Dichroma* Persoon.

Von *Rhynchospora* blofs durch den Mangel der Borsten verschieden, denn die *Fructus transverse undulato-rugosi* würden keinen Gattungsunterschied liefern, selbst wenn sie sich überall vorfänden; in *Dichroma rigida, speciosa* und *consanguinea* aber sind die Früchte nicht runzlich, sondern mit kleinen warzenartigen Punkten besäet.

So lange sich diese Gattung auf die fünf Vahlschen Arten beschränkte, zeigte der Habitus etwas eigenthümliches, und der Name derselben war selbst von der verschiedenen Färbung des Involucrums hergenommen. Seitdem man aber *Rhynchospora*-Arten mit dem Habitus von *Dichroma,* und umgekehrt *Dichroma*-Arten mit dem Habitus von *Rhynchospora* aufgefunden hat, fällt dieser Unterschied gänzlich weg, und es bleibt selbst fast kein Grund mehr übrig, diese Gattung beizubehalten, da ich eine *Dichroma* (*D. rigida*) besitze, die zwei kleine *Setulae* zeigt, und es umgekehrt *Rhynchospora*-Arten giebt, an denen die Borsten sehr kurz sind, wie in *R. Wallichiana,* oder selbst zuweilen gänzlich verschwinden, wie in *R. exaltata.*

Wird aber die Gattung beibehalten, so mufs dazu nach meiner Überzeugung *Haloschoenus* Nees. gezogen werden, da die als Unterschied angegebenen *Spiculae polygamae* sich auch bei *Dichroma* vorfinden, und das *Perigynium fructus quadrilobum breve* selbst an Originalexemplaren von mir nicht hat aufgefunden werden können, also auch wohl nie vorhanden gewesen ist. Um so mehr mufs man sich wundern, dafs Herr Nees von Esenbeck beide Gattungen weit entfernt in zwei verschiedene Abtheilungen setzt, nämlich *Haloschoenus* unter die Rhynchosporeen, in die Nähe von *Rhynchospora; Dichroma* dagegen, welche, wie wir eben gesehen haben, von *Rhynchospora* schwerlich zu unterscheiden sein dürfte, unter die Scirpeen, neben *Isolepis.* Gelegentlich mufs ich noch bemerken, dafs *Haloschoenus sparsus* und *pygmaeus* Nees. derselben Species angehören, und beide zu *Rhynchospora micrantha* gezogen werden müssen.

Spermodon Beauv. et Nees., von Richard früher mit dem Namen *Triodon* belegt, kann eben so wenig eine besondere Gattung bilden. Der einzige Unterschied, welcher angegeben wird, besteht darin, dafs hier die

Frucht an der Spitze buchtig eingedrückt ist, und zu beiden Seiten ohrförmige Lappen zeigt, was Herr Nees von Esenbeck weniger passend durch *Caryopsis apice bidentata* ausdrückt. Diese eigenthümliche Bildung zeigt sich allein bei *Schoenus setaceus* Vahl., und dient dazu, diese Pflanze von allen verwandten zu unterscheiden. Die Ähnlichkeit mehrerer derselben ist in der That so grofs, dafs sich Herr Nees von Esenbeck dadurch bewogen fand, eine dieser Arten zu *Spermodon* zu ziehen, obgleich sie den geforderten Gattungskarakter nicht besitzt, wie es der Name *Spermodon edentulus* hinlänglich andeutet. Hiermit scheint mir Herr Nees von Esenbeck selbst das Urtheil über seine Gattung gesprochen zu haben.

Dichromena squarrosa Link. Jahrb. ist, gelegentlich bemerkt, eine neue *Rapatea*, also einer sehr verschiedenen Familie angehörig.

Über *Pleurostachys* Brongn.

Diese Gattung, von Herrn Adolph Brongniart aufgestellt, unterscheidet sich von der nahe verwandten *Rhynchospora* blofs durch den eigenthümlichen Habitus, die kurzen, unter der Frucht stehenbleibenden Schuppen, und die fedrigen Kelchborsten.

Herr Nees von Esenbeck hat eine neue Trennung dieser Gattung für nöthig gefunden, gründet sie aber auf Unterschiede, welche mir, da ich die beiden zu seiner *Nemochloa* gezogenen Arten nicht in vollständigen Exemplaren besitze, weder aufzufinden, noch zu verstehen vergönnt ist. In *Pleurostachys* nämlich soll der *Stylus deciduus* sein, und die Frucht (*Nux* Nees.) *in vertice delapsis stylis bipunctatus*, bei *Nemochloa* dagegen heifst es: *Stylus ab ovario rostrato-attenuato deciduus; caryopsis in rostrum angustum attenuata.* In meinen *Pleurostachys*-Arten, welche auch die Neesischen sind, fällt aber der *Stylus* keinesweges ab, sondern zeigt sich, wie bei *Rhynchospora* und *Dichroma*, an der Spitze der Frucht in Gestalt eines schnabelartigen Ansatzes, was folglich ganz im Widerspruch mit der von Herrn Nees von Esenbeck gegebenen Beschreibung steht, und mich vermuthen läfst, dafs wenigstens hierin zwischen *Nemochloa* und *Pleurostachys* keine Verschiedenheit statt findet.

Über *Ecklonia* Schrad.

Im Habitus der *Dichroma setacea* (*Spermodon setaceus* Nees.) ähnlich, durch Blüthen- und Fruchtbildung aber am nächsten mit *Rhynchospora* verwandt, vorzüglich mit den Arten, welche fedrige Kelchborsten zeigen, z. B. *R. armerioides, capitata etc.*

Diese Gattung dürfte beizubehalten sein, indem sie sich durch die eigenthümliche Form der Kelchblätter auszeichnet. Es finden sich nämlich deren jederzeit nur drei, sie sind schmal, nach unten fedrig, nach oben in drei grannenartige Spitzen auslaufend, wovon die mittelste die zur Seite stehenden an Länge übertrifft. Die Form der Frucht, auf der äufsern Seite erhaben stumpfeckig, scheint anzudeuten, dafs der ungleich dreitheilige Staubweg hier nicht zu vernachläfsigen ist. Die stehenbleibende schnabelartige Basis des Staubwegs erscheint aufserdem an der Spitze haarig.

Über *Arthrostylis* Brown.

Arthrostylis aphylla, die Pflanze, worauf sich dies Genus gründet, ist mir unbekannt, wenn aber *Rhynchospora pauciflora* Willd. herb. n. 1143 fol. 1 und *R. echinata* Willd. herb. n. 1144 fol. 1 (*specimen sinistrum*) wirklich eine zweite Art (meine *Arthrostylis Thouarsii*) bilden, so dürfte sich diese Gattung von *Dichroma* blofs durch den dreispaltigen, abfallenden Staubweg und die dreieckige Frucht unterscheiden, was mit der Brownschen Bemerkung *differt a Rhynchospora stylo deciduo et defectu setarum* keinesweges in Widerspruch stehen würde.

Über *Cladium* Patrin Browne.

Diese merkwürdige Gattung, welche Linné und die Botaniker seiner Zeit gänzlich vernachlässigt hatten, wurde zuerst wieder von Herrn Schrader ins Leben gerufen, und seitdem allgemein angenommen. Ob Herr Schrader aber ihre eigenthümliche Struktur gehörig verstanden hat, geht aus seiner Beschreibung nicht recht deutlich hervor; er sagt nämlich von *Cladium germanicum: Nux putamine duplici: exterius substantiae tenuioris ac fragilis, ex ovata basi in apicem subtrigonum, obsolete corrugatum desinens, pagina exteriori laevissima, nitida, castanea, interiori farina tenui virescente adspersa. Putamen interius subrotundum, crassiusculum, osseum, griseum, nitore*

expers, striis 4 concentricis exaratum, nullatenus vero quadrialatum, ut a pluribus describitur. Nucleus putaminis interioris cavitati conformis, punctato-scaber, ex pallescente albidus.

Diese Beschreibung ist zwar richtig, enthält aber viel Aufserwesentliches, und sagt durchaus nicht, wie jene sonderbare Fruchtbildung entsteht. Um dieselbe einzusehen, ist es nöthig, das Pistill zu untersuchen, und seine allmälige Umbildung in Frucht zu verfolgen. In jenem jüngern Zustande bemerkt man nämlich ganz deutlich, dafs der Fruchtknoten (welcher ein aufrechtes Eichen enthält) allmählig in die verdickte Basis des Staubweges übergeht, und von derselben kaum durch eine schwache Einschnürung getrennt wird. Bei der Ausbildung des Ovariums in Frucht (*Achenium osseum*) tritt dieses allmählig in die gleichzeitig anschwellende schwammige Basis des Staubweges hinein, wird endlich von derselben gänzlich umhüllt, und verwächst mit ihrer innern Wand; daher die rauhe Beschaffenheit seiner Oberfläche bei nachheriger Trennung.

Ich habe bei *Cladium triglomeratum* Nees., zu der *Scleria triglomerata* Mich., *Schoenus mariscoides* Mühlenb. und *Schoenus inermis* Willd. gehört, eine ganz gleiche Fruchtbildung beobachtet, und halte diese Pflanze daher nur für eine kleinere Form von *Cladium germanicum,* mit welchem Herr Brown schon *Schoenus Cladium* und *Schoenus effusus* Swartz., unter dem Namen *Cladium Mariscus,* vereinigt hat.

Es ist zu verwundern, dafs dieser genaue Beobachter, indem er die Gattung *Cladium* annahm, jenen eigenthümlichen Bau der Frucht gänzlich übersehen hat, sie als eine *Nux calva* beschreibt, und zu dieser Gattung eine Menge von neuholländischen Arten rechnet, die auf keinen Fall hieher gehören, sondern vielmehr in vielen Stücken mit seiner Gattung *Schoenus* übereinzustimmen scheinen. Da ich von den letztern keine vollständigen Exemplare besitze, so mufs ich es bei der ausgesprochenen Vermuthung bewenden lassen. Auch Herrn Nees von Esenbeck trifft jene Bemerkung, indem er die *Nux* als mit einem *Pericarpium apicem versus incrassatum suberosum* versehen beschreibt. Herr Link sagt *Tunica caryopsis perigynio Caricis similis, comitatur styli basin et ubi solvitur stylus desinit,* was gleichfalls mit meiner gegebenen Beobachtung nicht übereinstimmt, auch nicht die sonderbare Fruchtbildung dieser Gattung erklärt.

Vielleicht wäre es endlich passender gewesen, der Gattung *Cladium* den Linnéischen Namen *Schoenus* zu erhalten, da die Gruppe von Gewäch-

sen, welche Herr Brown ganz willkührlich mit diesem Namen bezeichnet, keine einzige der ältern Linnéischen Species in sich begreift.

Über *Caustis* Brown.

Diese Gattung scheint mit den neuholländischen *Cladium*-Arten sehr nahe verwandt, und von denselben vielleicht gar nicht verschieden zu sein. Da ich nur eine Species (*C. flexuosa*), und zwar allein im blühenden Zustand zu untersuchen Gelegenheit hatte, so glaube ich mich aller weitern Bemerkungen über die Haltbarkeit dieser Gattung entbunden.

Als eine vor der Hand noch zweifelhafte Art der Gattung *Caustis* möchte ich *Gahnia psittacorum* Sieb. Agrostotheca no. 13 betrachten. Dafs diese Pflanze nämlich von der gleichnamigen Labillardièreschen sehr verschieden und keine *Gahnia* ist, erkannte schon Herr Presl, und gründete darauf seine Gattung *Epiandra*, welchen Namen er später in *Didymonema* umänderte. Herr Nees von Esenbeck erwähnt dieser Gattung nicht, scheint sie vielmehr gänzlich übersehen zu haben, und zieht die Siebersche Pflanze zu *Caustis pentandra*, während er eine andere, in derselben Sammlung unter no. 36 ausgegebene, von jener sehr verschiedene, gleichfalls dafür erklärt. Diese letztere scheint in der That die ächte Brownsche Art zu sein. Obgleich also hiernach jene Vereinigung zu verwerfen ist, so geht dennoch daraus, noch mehr aber aus nachfolgender Beschreibung, die nahe Verwandtschaft jener von Sieber fälschlich *Gahnia psittacorum* genannten Pflanze mit *Caustis* hervor. Die *Spicae* enthalten in dem mir vorliegenden Sieberschen Exemplare jederzeit zwei Blüthen, wovon allein die obere fruchtbar ist, und werden von sechs Schuppen gebildet, welche nach allen Richtungen sich dachziegelartig decken, und blofs an der Spitze der Ähre Blüthentheile umschliefsen. Diese beschränken sich in der untern Blüthe auf vier Staubgefäfse und ein unvollkommenes Pistill mit dreitheiliger Narbe. An der Stelle der obern Blüthe fand ich blofs die Frucht. Sie zeigte sich mir länglich, stumpfdreieckig, am äufsersten Ende zugespitzt und etwas haarig, und mit vier langen Staubfäden umgeben. Der Same erfüllt den innern Raum des Pericarpiums, und erscheint an seiner Oberfläche vollkommen glatt und eben. Diese Karaktere stimmen bis auf den Staubweg, welchen ich nicht gesehen habe, mit *Caustis* vollkommen überein. Es bleibt blofs noch an vollkommnern Exemplaren als die meinigen zu ermitteln übrig,

ob die von mir an der Frucht bemerkte haarige Spitze dem Pericarpium angehört, oder die stehenbleibende Basis des Staubweges ist. Wenn sich dies letztere bestätigen sollte, würden alle Zweifel über die definitive Vereinigung dieser Gattung mit *Caustis* gehoben sein.

Über *Elynanthus* Beauv.

Unter denen uns von Herrn Lestiboudois aus dem Beauvoisschen Nachlasse mitgetheilten Gattungen scheint *Elynanthus* die einzige haltbare zu sein, und ist daher auch mit Recht von Herrn Nees von Esenbeck beibehalten worden. Sie begreift aufser *Schoenus compar* Linn. (zu welcher *Schoenus arenarius et viscosus* Schrad., *Elynanthus compar, arenarius et viscosus* Nees., *Rhynchospora nitida* Spreng. und *Schoenus pungens* Willd. herb. gehört) und *Schoenus cuspidatus* Rottb. (*Elynanthus cuspidatus et filiformis* Nees., *Chaetospora cuspidata* Nees., *Fuirena filifolia* Reichenb.) mehrere neue Arten in sich, und zeichnet sich durch folgende Karaktere aus:

Elynanthus Beauv.

Spicae 1-4-*florae; flos terminalis hermaphroditus,* 3-, *interdum* 4-6-*ander; reliqui masculi, pistillo effeto,* 5-8-*andri. Squamae distichae. Setae squamulaeque calycinae nullae. Stylus trifidus, basi bulboso-incrassatus, in achenio triangulari persistens.*

Hiernach dürfte sich *Elynanthus* in vielen Stücken der Gattung *Caustis* nähern.

Über *Lepisia* C. B. Presl.

Von *Elynanthus* blofs durch *Flores triandri* und durch den *Stylus basi pyramidato-incrassatus, cum fructu continuus* unterschieden, also kaum als Gattung beizubehalten.

Über *Buekia* Nees ab Esenb.

Eine Neesische Gattung, welche sich auf eine einzige Art, *Schoenus punctorius* Vahl., beschränkt, und wegen der *Setae octo, longissimae,* des *Stylus longissimus, apice sexfidus, basi bulboso-incrassatus* aufgenommen zu werden verdient, und am nächsten mit *Asterochaete* verwandt zu sein scheint. Man mufs hier nothwendig drei verwachsene Staubwege annehmen, wovon jeder an der Spitze gespalten ist.

Über *Ideleria.*

Eine von mir aufgestellte, neue Gattung, welche sich von *Asterochaete* hauptsächlich durch die doppelte Zahl der Staubgefäfse unterscheidet, und an folgenden Merkmalen zu erkennen ist:

Ideleria.

Spicae biflorae; flore utroque hermaphrodito?. Squamae paucae, distichae, carinato-naviculares; inferiores vacuae. Setae 5, *capillares, hyalino-albidae, superne? pubescentes; duae multo breviores et tenuiores. Stamina* 6. *Stylus trifidus, basi conico-incrassatus ibique hispidus. Achenium* ..... — *Culmi trigoni, foliati, scabri. Folia angusta, rigida, canaliculata, margine scabra. Pedunculi axillares et terminales, fasciculati, polystachyi; spicis fasciculato-conglomeratis, brachiatis.*

Diese neue Gattung beschränkt sich gegenwärtig auf eine Art, welche Herr Drège am Vorgebirge der guten Hoffnung gesammelt, und mir, auf Veranlassung des Herrn Professors E. Meyer in Königsberg, mit vielen andern Pflanzenschätzen zur Publication mitgetheilt hat. Wahrscheinlich gehört *Carpha hexandra* Nees. hieher, und ist vielleicht selbst einerlei mit meiner *Ideleria capensis.*

Ich wünschte bei Benennung dieser Gattung das Andenken eines Jünglings (Edward Ideler) zu ehren, welchen vorzügliche Anlagen des Geistes und Herzens, ein grofser und unbegrenzter Eifer, vielseitige und gründliche Kenntnisse unter die edelsten unserer Hochschule setzten, welcher mir als Schüler lieb und theuer geworden war, und mit welchem ich mich einst zu gemeinschaftlichen Arbeiten zu verbinden gedachte. Sein früher Tod hat leider diese und andere schöne Hoffnungen schmerzlich zerstört, und ihn verhindert, einen schon in vielen andern Wissenschaften hochgefeierten Namen, seinerseits auch in der Botanik zu verewigen.

Über *Asterochaete* Nees ab Esenb.

Herr Nees von Esenbeck stellt diese Gattung im 9ten Bande der *Linnaea* auf, und rechnet dazu *Schoenus glomeratus* Thunb. (*S. dactyloides* Vahl.) und zwei neue Arten, welche er *Asterochaete angustifolia* und *A. capitata* nennt, nachdem er früher, im 7ten Bande desselben Werks, die Thunbergsche Pflanze zu *Carpha* gerechnet hatte. Seine neue Gattung wird

von ihm mit folgenden Worten karakterisirt: *Perigynium setosum. Stylus trifidus. Nux trigona, pericarpio tenui, mucronata. Spiculae glomeratae, pauciflorae, squamis suffultae.* Vergleicht man hiermit die gleichzeitig von *Carpha* gegebenen Gattungsmerkmale, so scheint sich nach Herrn Nees von Esenbeck der einzige Unterschied derselben auf die Natur der Frucht zu gründen, denn er sagt von diesem Genus: *Perigynii setae 3-6, elongatae, plumosae aut antrorsum hispidulae. Stylus elongatus, trifidus. Caryopsis triquetra, in stylum cuspidata.* Hiernach hat also *Carpha* eine *Caryopsis in stylum cuspidata* und *Asterochaete* eine *Nux mucronata, pericarpio tenui.* Da aber Herr Nees von Esenbeck unter *Caryopsis* etwas ganz anderes als Richard versteht, nämlich das *Achenium* des letztern, und (in Linnaea 9. p. 282) den Unterschied zwischen Caryopse und Nüfschen (was also durch *Nucula,* nicht durch *Nux* zu übersetzen wäre) blofs in einer gröfsern oder geringern Verdickung des Pericarpiums sucht, so scheint der Zusatz bei *Asterochaete* „*Pericarpium tenue*" dem Begriff der *Nux* zu widersprechen. Übrigens schreibt Herr Brown, der Begründer der Gattung *Carpha,* dieser eine *Nux* zu. Ich mufs daher vermuthen, dafs Herrn Nees von Esenbeck der Unterschied zwischen diesen beiden Gattungen nicht ganz klar gewesen ist, da er seine *Asterochaete* früher zu *Carpha* rechnete, und sich noch jetzt wirkliche *Asterochaete*-Arten bei ihm unter *Carpha* finden.

Ich kenne von der Gattung *Carpha* nur eine Art, nämlich *C. alpina* Brown. Diese hat ein *Achenium* (*Nux* Brown.) *oblongo-prismaticum, triangulare, stipitatum, apice in stylum attenuatum,* welches mit 6 fedrigen Kelchborsten umgeben ist. Dieser letztere Karakter findet sich nach Herrn Brown jedoch nur in zwei Arten. Die übrigen haben kahle, haarförmige Borsten. Der Staubweg von *C. alpina* ist an der Basis keinesweges verdickt, und bleibt blofs theilweise in der Frucht stehen, was auch mit der von Herrn Brown gegebenen Beschreibung vollkommen übereinstimmt. Hiernach setzt dieser ganz passend seine Gattung zwischen *Rhynchospora* und *Chaetospora.*

In *Asterochaete glomerata* erscheint die Frucht gleichfalls als ein dreieckiges, an der Basis mit Borsten umgebenes *Achenium,* ist aber mit der pyramidenartig verdickten Basis des Staubweges gekrönt. Eine ganz ähnliche Struktur der Frucht fand ich bei *Schoenus radiatus* Forst. (*Schoenus arundinaceus* Vahl., *Carpha arundinacea* Brongn., *Carpha Urvilleana* Gaudich. et Nees.), *Schoenus elongatus* Willd. herb. und *Schoenus nitens* Willd. herb.

(*Carpha Aubertii* Nees.), welche ich daher vorläufig als zu *Asterochaete* gehörend betrachte. Die letztere Art entfernt sich jedoch etwas von jener Gattung, indem hier der Staubweg mit der Frucht articulirt erscheint, und sich in der Folge von derselben trennt. Sie verhält sich daher zu *Rhynchospora*, wie *Arthrostylis* zu *Dichroma*, oder ist vielmehr eine mit Borsten versehene *Arthrostylis*. Dies alles beweist hinlänglich, wie sehr auch in dieser Gruppe von Gewächsen, wie überall, die Karaktere sich verschiedentlich zusammenstellen, in einander übergehen, und wie behutsam man daher bei Aufstellung neuer Gattungen verfahren mufs.

Nach den vorausgegangenen Bemerkungen dürften die wesentlichen Merkmale beider Gattungen auf folgende Weise zu stellen sein:

Carpha Brown.

Spicae 1-2-*florae*. *Squamae distichae; inferiores vacuae*. *Setae calycinae* 3-6, *squamas floriferas aequantes, plumosae vel capillares*. *Stylus subulatus, cum ovario articulatus*, 3- *v*. 2-*fidus*. *Achenium* (*Nux* Brown.) *prismaticum, stylo persistente cuspidatum.*

Asterochaete Nees ab Esenb.

Spicae biflorae; flore utroque hermaphrodito. Squamae paucae, distichae, carinato-naviculares; inferiores vacuae. Setae calycinae hispidae vel pubescenti-plumosae, persistentes. Stamina 3. *Stylus trifidus, basi pyramidato-incrassatus. Achenium triangulare, basi persistente styli mucronatum vel rostratum, setis persistentibus cinctum.*

Hiernach nähert sich also *Asterochaete* am meisten der Gattung *Rhynchospora*, und unterscheidet sich von derselben blofs durch die dreieckige Frucht und den etwas abweichenden Habitus. *Carpha* stimmt dagegen in vielen Stücken mit *Chaetospora* überein, und entfernt sich von *Asterochaete* hauptsächlich durch den überall gleichdicken Staubweg.

Carpha hexandra Nees. scheint zu keiner der beiden Gattungen zu gehören, vielmehr, wie bereits bemerkt worden, sich der Gattung *Ideleria* anzuschliefsen.

Über *Machaerina* Vahl.

Nach der so eben gegebenen Begrenzung der Gattung *Asterochaete*, dürfte sich *Machaerina* kaum von jener unterscheiden lassen, wie aus folgender Beschreibung hervorgeht:

Machaerina Vahl.

Spicae subseptemflorae. Squamae distichae, carinato-naviculares, persistentes; duae inferiores vacuae. Setae calycinae 6, superne hispidulo-pubescentes, persistentes. Stamina 3. Stylus trifidus, basi conico-incrassatus. Achenium pyriforme, stipitatum, interne planiusculum, externe convexo-angulatum, laeve, nitidum, rostratum; rostro continuo, conico, puberulo. — Culmus anceps, foliatus. Folia lineari-ensiformia, equitantia. Panicula ramosa, subfoliata. Spicae in ramulis ternae, bracteis duabus inclusae; laterales minores, imperfectae (semper?).

Hiernach zeigen sich alle wesentliche Merkmale übereinstimmend, blofs die Ähren sind in dieser mehrblüthig, in *Asterochaete* dagegen zweiblüthig, auch unterscheidet sich *Machaerina* durch einen eigenthümlichen Habitus, und nähert sich in dieser Rücksicht mehr der Gattung *Lepidosperma*. Sollte in der Folge eine Vereinigung beider Gattungen für nöthig gefunden werden, so müfste nothwendig der frühere Vahlsche Name den Vorzug vor den spätern Neesischen behaupten.

Über *Vincentia* Gaudich.

Von *Machaerina* blofs durch die *Squamae undique imbricatae,* und die Abwesenheit der Kelchborsten verschieden. Sie beschränkt sich aufserdem kaum auf mehr als eine Species, *Vincentia latifolia* mihi, zu der *Scirpus iridifolius* Bory. (nicht Poiret.), *Scirpus lavarum* Poir. und *Lepidosperma ensifolia* Willd. herb. no. 1089 als Synonyme gehören; denn die von Gaudichaud unter dem Namen *Vincentia angustifolia* aufgestellte, ist wohl nichts als eine schmalblättrige Form von jener. Ob *Scirpus anceps* Poir. (*Lepidosperma anceps* Willd. herb. et Link. hierher oder vielmehr zu *Chapelliera* gehört, wage ich, bei dem Mangel an vollständigen Exemplaren, mit Gewifsheit nicht zu entscheiden.

Vincentia latifolia zeigt im äufsern Ansehen eine so grofse Übereinstimmung mit *Machaerina restioides* Vahl., dafs sie von mehreren Botanikern fälschlich mit dieser verwechselt worden ist. So trägt z. B. im Königlichen Herbarium zu Paris jene Pflanze den Vahlschen Namen; Herr Gaudichaud hielt früher (in Freycinet, *Voy. autour du Monde, partie botanique* 104.) seine *Vincentia ensifolia* für *Machaerina restioides* Vahl., und Herr Link (in Jahrb. 3. 75) verfällt in denselben Irrthum, wenn er die Vahlsche Pflanze

als Synonym zu *Lepidosperma ensifolia* Willd. zieht. Folgendes ist der Gattungskarakter:

Vincentia Gaudich.

Spicae subsexflorae. Squamae undique imbricatae, carinato-convexae; inferiores minores summaque vacuae. Setae squamulaeque calycinae nullae. Stamina 3. Ovarium stipitatum, triangulare; angulis membranaceis, in stipitem decurrentibus. Stylus trifidus, inferne incrassatus, triangularis, cum ovario continuus. Achenium . . . . — Culmi compresso-subancipites, foliati. Folia rigida, ensiformia, equitantia, basilaria disticha. Paniculae pedunculatae, ramosae, ex axillis foliorum superiorum per fasciculos erumpentes, paniculam constituentes ramosissimam terminalem.

Über *Baumea* Gaudich.

Auch *Baumea* ist eine von den kaum beizubehaltenden Gattungen, indem sie sich, wie aus nachstehendem Gattungskarakter hervorgeht, von *Vincentia* blofs durch die *Spicae* 1-2-*florae* und die *Squamae subdistichae* unterscheidet. Der Habitus zeigt sich in beiden vollkommen ähnlich. Auch mit der Brownschen Gattung *Caustis* scheint *Baumea* in den meisten Merkmalen übereinzustimmen. Auf jeden Fall sind dergleichen Gattungen nicht zur Nachahmung zu empfehlen.

Baumea Gaudich.

Spicae 1-2-*florae. Squamae perpaucae, subdistichae, carinato-naviculares. Setae squamulaeque calycinae nullae. Stamina* 3. *Stylus profunde trifidus, basi conico-incrassatus, sericeo-hirsutus. Achenium sessile, osseum, obsolete trigonum, basi styli persistente conica continua sericeo-hirsuta rostratum.— Culmi compresso-ancipites, foliati. Folia equitantia, disticha, lineari-ensiformia, rigida. Pedunculi polystachyi, ex axillis foliorum superiorum per ternos vel plures erumpentes, paniculam referentes terminalem, simplicem vel compositam.*

Herr Nees von Esenbeck zieht zu seiner *Baumea glomerata*, welche er früher im Meyenschen Herbarium *Trachyrhyngium iridifolium* nannte, die Gaudichaudsche Pflanze, von der sie jedoch verschieden zu sein scheint.

Über *Chapelliera* Nees ab Esenb.

Diese Gattung zeigt mit dem Habitus von *Baumea* alle Karaktere der Brownschen Gattung *Schoenus*, und dürfte daher, von dieser kaum als hinlänglich verschieden, beizubehalten sein. Sie beschränkt sich auf eine einzige Art, nämlich *Chapelliera iridifolia* Nees., zu der *Scirpus iridifolius* Poir. (nicht Bory.) und *Lepidosperma iridifolia* Willd. herb. et Link. gehören. Ich schlage vor, sie folgendermafsen zu karakterisiren:

Chapelliera Nees ab Esenb.

Spicae 3-4-florae; flore terminali tabescente. Squamae 5-6, distichae, carinato-naviculares, persistentes. Setae squamulaeque calycinae nullae. Stamina 3. Stylus trifidus, basi aequalis. Ovarium apice subgloboso-incrassatum et hirtellum. Achenium osseum, obovato-ellipticum, trigonum, apice rotundatum, erostre, basi cuneatum. — Culmus anceps, foliatus. Folia equitantia, lineari-ensiformia. Panicula terminalis, foliata. Spicae per ternas congestae, bractea duplici spathaeformi involucratae.

Über *Lepidosperma* Labill., Brown.

Ich habe den Brownschen Gattungskarakter an allen von mir untersuchten Arten [1] richtig gefunden, und erlaube mir blofs, ihn auf folgende Weise zu erläutern:

Lepidosperma Labill., Brown.

Spicae bi- (vel uni-) florae; flore inferiore (vel superiore, fide Brown.) *abortiente. Squamae undique imbricatae, naviculari-carinatae; inferiores subdistichae, vacuae. Squamulae calycinae 5 vel 6, spongiosae, basi connatae, apice in setulam desinentes. Stamina 3. Stylus trifidus, basi aequalis, deciduus. Achenium subosseum, ventricosum, umbonato-submucronatum vel calvum, ad basim squamulis induratis cinctum. — Herbae perennes, rigidae. Culmi simplices, aphylli, basi foliis saepe equitantibus cincti. Panicula vel spica, saepius divisa, terminalis.*

Herr Brown erklärt diese Gattung für sehr nahe mit *Cladium* verwandt, denkt aber wohl hierbei blofs an seine neuholländischen, von *Schoe-*

---

[1] *Lepidosperma gladiatum, elatius, longitudinale, globosum* und *tetragonum* Labill., *Lepidosperma lineare, flexuosum, tetragonum* (*L. Nesii* mihi) und *gladiatum* (*L. Sieberi* mihi) Nees ab Esenb. in Sieb. Agrost.

nus kaum zu trennenden Arten, und hat alsdann vollkommen Recht, indem sich *Lepidosperma* von jenen, aufser dem etwas abweichenden Habitus, blofs durch die Gegenwart von Kelchschuppen unterscheidet. Diese sind hier schwammig verdickt, an der Basis verwachsen, in eine feine Borste verlängert und stehenbleibend. Ob *Lepidosperma chinense* Nees. zu dieser oder einer sehr verschiedenen Gattung gehört, läfst sich mit den unvollkommenen Exemplaren nicht ermitteln. Die Wissenschaft würde dabei nichts verloren haben, wenn diese Fragmente unpublicirt geblieben wären.

Über *Sclerochaetium* Nees ab Esenb.

Die beiden hieher gehörigen Pflanzen *Schoenus thermalis* Linn. und *Schoenus involucratus* Rottb. wurden früher von Herrn Schrader zu *Lepidosperma* gerechnet, woraus sich auf ihre nahe Verwandtschaft mit dieser Gattung schliefsen läfst, und in der That findet man auch bei genauer Vergleichung der beiderseitigen Gattungsmerkmale blofs einen geringen Unterschied im Habitus, welcher darin besteht, dafs in *Sclerochaetium* die Bracteen sehr entwickelt und scheidenartig sind, und in eine lange steife Granne auslaufen. Ich habe diese Gattung vorläufig beibehalten, und auf folgende Weise karakterisirt:

Sclerochaetium Nees ab Esenb.

Spicae biflorae; flore superiore hermaphrodito; inferiore masculo, pistillo effeto. Squamae undique imbricatae, carinato-naviculares; inferiores vacuae, subulato-aristatae. Setae calycinae 6, *breves, cartilagineae, piloso-ciliatae. Stamina* 3. *Stylus trifidus, basi aequalis. Achenium stipitatum, trigonum, ad basim setis persistentibus brevibus cinctum. — Culmi subtrigoni, foliati. Folia anguste linearia, carinata, rigida. Panicula terminalis, ramosa, subfoliata, nutans. Spicae fasciculato-congestae, bracteatae; bracteis spathaeformibus, elongatis, subulato-aristatis.*

Aufserdem finde ich rücksichtlich der hieher gehörigen Arten noch folgende Berichtigungen für nöthig. *Sclerochaetium Rottboellii* Nees. (*Lepidosperma Rottboellii* Schrad.) ist nach dem Vahlschen Herbarium bestimmt einerlei mit *Schoenus thermalis* Linn., folglich mit *Sclerochaetium thermale* Nees. (*Lepidosperma thermale* Schrad.) zu vereinigen. Herr Schrader will sein *Lepidosperma Rottboellii* durch schmälere Blätter, einen mehr zusammengesetzten Blüthenstand und einen zweispaltigen Staubweg unterschieden

wissen, worin ihm auch Herr Nees von Esenbeck beistimmt. Die beiden erstern jener Unterschiede beruhen lediglich auf einem vollkommnern Zustand der Entwicklung, während der letztere, wenn dabei kein Irrthum obwaltet, nur als eine Ausnahme angesehen werden kann, indem ich sowohl in den Schraderschen, als in den Vahlschen Exemplaren den Staubweg jederzeit dreispaltig gefunden habe. Zu obiger Species gehören ferner *Schoenus dactyloides* Nees. in Sieb. herb. Cap. (excl. syn. Vahl.), *Lepidosperma involucratum* Schrad. (excl. synon., praeter Sieb.) und, nach Vahl's Angabe, *Schoenus bromoides* Lam. *Schoenus involucratus* Rottb., welcher die zweite Species dieser Gattung bildet, ist nach Exemplaren des Vahlschen Herbariums von der gleichnamigen Schraderschen Pflanze zwar durch den schlankern Habitus und die am Kiel und an den Rändern kahlen Blätter hinlänglich verschieden, könnte aber doch zuletzt vielleicht bloſs eine schmächtige Form von *Schoenus thermalis* sein.

Über *Cyathocoma* Nees ab Esenb.

Diese Gattung ist mir noch völlig unbekannt.

Über *Chaetospora* Brown.

Von Herrn Brown aufgestellt und auf folgende Weise karakterisirt: *Spiculae distichae (nec undique imbricatae), pauciflorae; squamis extimis majoribus, vacuis. Setae hypogynae squamis breviores. Stylus deciduus.* Hiernach unterscheidet sich *Chaetospora* von der Brownschen Gattung *Schoenus* bloſs durch die Gegenwart von Kelchborsten, und von *Rhynchospora* durch die *Squamae distichae* und den *Stylus deciduus.*

Die *Squamae distichae* scheinen mir in diesem Fall keinen so wesentlichen Unterschied zu begründen, da sich in der Gattung *Rhynchospora,* bei der gröſsten Übereinstimmung aller übrigen Merkmale, *Squamae distichae, subdistichae* und *Squamae undique imbricatae* vorfinden. Es würde daher als alleinige Verschiedenheit der *Stylus deciduus* übrig bleiben.

Ich habe leider nur eine Brownsche Art (*C. turbinata*) untersuchen können, aber in derselben die angegebenen Karaktere aufgefunden. Folglich nehme ich keinen Anstand nachstehende Pflanzen mit der Gattung *Chaetospora* zu vereinigen.

1) *Schoenus ferrugineus* Linn. (*Chaetospora ferruginea* Reichenb.)

2) *Schoenus nigricans* Linn.
3) *Schoenus circinalis* Schrad. (später von ihm und Hrn. Nees von Esenbeck gleichfalls zu *Chaetospora* gezogen. *Schoenus microstachys* Vahl. Enum. gehört hieher; das in seinem Herbarium liegende Exemplar ist sehr jung und unvollständig.)
4) *Chaetospora Burmanni* Schrad., Nees. (*Schoenopsis? Burmanni* Nees., *Lepidosperma Burmanni* Spr.)
5) *Chaetospora flexuosa* Schrad., Nees. (*Schoenus flexuosus* Thunb., Vahl., *Schoenopsis flexuosa* Nees., *Lepidosperma involucratum* Steud.)
6) *Chaetospora capillacea* Nees. (*Schoenus capillaceus* Thunb., Vahl.) und
7) eine neue Art vom Kap, welche ich *Chaetospora robusta* nenne.

Die Linksche Gattung *Streblidia*, zu welcher *Schoenus ferrugineus*, nicht aber der ganz nahe verwandte *Schoenus nigricans* gerechnet wird, mufs nothwendig der frühern Brownschen weichen, und mit ihr vereinigt werden, da zwischen beiden durchaus keine Unterschiede vorhanden sind. Den von Herrn Link und Herrn Nees von Esenbeck (welcher letztere diese Gattung beibehält) angegebenen *Stylus basi disciformi secedens* kann ich nicht auffinden; dieser ist vielmehr an der Basis überall von gleicher Dicke, fällt später ab, und läfst an der Frucht blofs eine kurze Spitze zurück, wie solches bei *Scirpus* und vielen anderen Gattungen dieser Familie angetroffen wird.

Ob übrigens die Gattung *Chaetospora* in der Folge so fortbestehen kann, wie sie jetzt begrenzt ist, wird sich erst bei Untersuchung der vielen neuholländischen, mir unbekannten Arten ergeben.

Über *Blysmus* Panzer.

Diese Gattung wurde von Panzer aufgestellt, und von den Herren Link und Nees von Esenbeck angenommen. Obgleich sie sich in vielen Stücken den Gattungen *Chaetospora*, *Schoenus* und *Elyna* nähert, so scheint sie sich doch durch den eigenthümlichen Habitus, die Struktur der Frucht und des Staubweges hinlänglich auszuzeichnen. Ich glaube sie auf folgende Weise karakterisiren zu müssen:

Blysmus Panzer., Link.

Spicae 2-8-*florae; flores omnes hermaphroditi. Squamae distichae?, carinato-convexae; infima plerumque vacua. Setae calycinae* 3-6, *retrorsum spinulosae, interdum nullae. Stamina* 3. *Stylus bifidus. Achenium plano-*

convexum, basi styli mucronatum. — Rhizoma horizontale, repens. Culmi erecti, basi foliati. Spica magis minusve composita, compressa, folio suffulta; spicis partialibus distichis, bractea squamis simillima, nisi latiore suffultis, ferrugineis.

Die Gattung *Blysmus* beschränkt sich bis jetzt auf zwei Arten, welche hauptsächlich in der Beschaffenheit der Frucht verschieden sind. In *Blysmus compressus* Panzer. (*Schoenus compressus* Linn., *Scirpus Caricis* Retz., *Scirpus compressus* Pers., *Scirpus caricinus* Schrad., *Carex uliginosus* Linn.) ist diese umgekehrt eiförmig-elliptisch, stachelspitzig, von 3 bis 6 langen Borsten umgeben, in *Blysmus rufus* Link. (*Schoenus rufus* Huds., *Scirpus rufus* Schrad.) dagegen ist die Frucht elliptisch, und an der Spitze schnabelartig verdünnt. Die Kelchborsten fehlen hier aufserdem gewöhnlich gänzlich.

Über *Dulichium* Pers.

Dulichium spathaceum, die einzige hieher gehörige Pflanze, zeigt beim ersten Anblick viel Ähnlichkeit mit einigen *Cyperus*-Arten, worunter sie auch Linné in der ersten Auflage seiner *Species plantarum* begriffen hatte. Später zog er dieselbe zu *Schoenus,* worin ihm Vahl folgte, aber noch aufserdem ohne Grund den specifischen Namen *spathaceus* in *angustifolius* umänderte. Mit dieser letztern Gattung, vorzüglich aber mit der später davon getrennten *Chaetospora,* zeigt *Dulichium* in der That eine sehr nahe Verwandtschaft. Der einzige wichtige Unterschied selbst, welchen ich bisher zwischen *Chaetospora* und *Dulichium* aufgefunden habe, besteht blofs im Habitus und in der Beschaffenheit des Staubwegs, welcher in diesem zweispaltig und in jener dreispaltig erscheint, was nothwendig eine dreieckige Frucht in *Chaetospora* und eine zusammengedrückte in *Dulichium* nach sich zieht. Hiernach würde sich *Dulichium* wieder kaum von *Blysmus* unterscheiden, wie aus nachfolgendem Gattungskarakter deutlich hervorleuchtet, obgleich der sehr abweichende Habitus einer definitiven Vereinigung noch entgegen steht.

Dulichium Pers.

Spicae lanceolato-lineares, compressiusculae, 6-10-*florae; floribus omnibus hermaphroditis. Squamae distichae, remotae, subcarinato-naviculares; infima minor, vacua. Setae calycinae* 8 (6-10, fide Vahl.), *retrorsum*

spinulosae. Stamina 3. *Stylus bifidus. Achenium* (*immaturum*) *stipitatum, lineari-oblongum, squamae parallele compressum, apice in stylum attenuatum. — Culmi simplices, foliosi. Folia plana, membranacea. Pedunculi e vaginis foliorum superiorum erumpentes, solitarii, 7-8-stachyi, racemosim dispositi; spicis alternis, sessilibus, distichis.*

Über *Hemichlaena* Schrad.

Die wesentlichen Merkmale dieser Gattung sind folgende: *Spicae 5-9-florae; flores omnes hermaphroditi. Squamae disticho-imbricatae, carinato-naviculares; 1 v. 2 inferiores vacuae. Setae squamulaeque calycinae nullae. Stamina tria. Stylus trifidus, basi aequalis, deciduus. Achenium interne planum, externe convexo-angulatum, vix umbonatum, disco turbinato irregulariter lobato suffultum. — Culmi simplices vel ramosi, foliati. Spicae terminales, solitariae-ternae vel plures, fasciculato-congestae.*

Nach obiger Beschreibung ist diese Gattung sehr nahe mit *Schoenus* Brown. und *Ficinia* Schrad. verwandt, und unterscheidet sich von dieser durch die *Squamae distichae* und den eigenthümlichen Habitus, von jenem durch die Abwesenheit des *Discus*.

Über *Acrolepis* Schrad.

Ich kenne diese Gattung, welche sich auf eine einzige Art beschränkt, nur nach ganz unvollständigen Sieberschen Exemplaren, und wage daher nicht zu entscheiden, ob sie beizubehalten oder mit *Hemichlaena* zu vereinigen ist. Folgende von Herrn Schrader entnommene Merkmale würden für das letztere sprechen. *Spicae bi-triflorae. Squamae disticho* (?)*-imbricatae; infima vacua. Setae squamulaeque calycinae nullae. Stamina* 3. *Stylus profunde trifidus, basi aequalis, deciduus. Achenium crustaceum, trigonum, umbonatum, disco persistente cyathiformi triangulari, margine crenato stipitatum. — Culmi ramosissimi, foliosi. Spicae terminales et laterales, pedunculatae, bractea vaginante suffultae.*

Über *Gahnia* Forst.

Labillardière war der erste, welcher die Forstersche Gattung *Gahnia* wiedererkannte, mit zwei neuen Arten bereicherte, und durch genauere Merkmale zu begrenzen suchte. Später fand Herr Brown, daſs sich

Gahnia schoenoides von der andern Forsterschen Species durch die Fruchtbildung unterscheidet, und betrachtete sie als den Typus einer neuen Gattung, welche er *Lampocarya* nannte, und mit einer zweiten Art vermehrte. Aufserdem wird von ihm noch *Gahnia trifida* Labill. als zweifelhaft zu *Lampocarya* gezogen. Wie wenig Grund vorhanden ist, diese Gattung von *Gahnia* zu trennen, geht hinlänglich aus der Vergleichung der beiderseitigen Gattungskaraktere hervor. Hierbei zeigt sich, dafs der einzige etwas wichtige Unterschied blofs auf der Beschaffenheit des Endocarpiums beruht. Diese innere, das Fach bildende Schicht des Pericarpiums erscheint nämlich in *Lampocarya* vollkommen eben, während sie in *Gahnia* durch häufige Einschnürungen gleichsam in Glieder getheilt wird, und auf dem dicht anliegenden Samen ringförmige, durch Kanten getrennte Eindrücke zurückläfst.

Die Gattung *Gahnia*, nach dieser Begrenzung, begreift bei Herrn Brown, aufser der Labillardièreschen *G. psittacorum*, drei neue Arten in sich. Der Forsterschen *Gahnia procera* wird jedoch hierbei nicht erwähnt; nach der von Gärtner gegebenen Abbildung scheint sie aber in der That die angegebenen Gattungskaraktere zu besitzen.

Jene vier Arten gehören nach Herrn Brown zwei verschiedenen Unterabtheilungen an, wovon die erstere *G. psittacorum*, *G. leucocarpa* und *G. erythrocarpa* in sich fafst, und durch sechs Staubgefäfse und zweispaltige Narben, die zweite dagegen, welche sich auf *Gahnia melanocarpa* beschränkt, durch drei Staubgefäfse und ungetheilte Narben karakterisirt wird. Ich kenne von diesen Pflanzen blofs die Labillardièresche, und habe daran die von Herrn Brown angegebenen Merkmale der Frucht und der Staubgefäfse bestätigt gefunden, dasselbe gilt auch rücksichtlich der Frucht von zwei andern, mir neu scheinenden Arten. Die Zahl der Staubgefäfse aber stimmt hier keinesweges mit den Brownschen Angaben, indem *G. Sieberiana* deren 3 bis 4, und *G. Urvilleana* deren 7 zeigt. Hiernach würden also die von Herrn Brown angegebenen Unterabtheilungen auf jene beiden Arten nicht passen, und vielleicht aufzugeben sein, was bei der grofsen Unbeständigkeit dergleichen, von der Zahl entnommenen Unterschiede übrigens nicht auffallen wird. Leider war es mir nicht vergönnt, in meinen neuen Arten die Narben zu sehen, und ermitteln zu können, ob jene von Herrn Brown angegebene Verschiedenheit wirklich vorhanden ist, und die Berücksichtigung verdient, welche er darauf nimmt.

Was endlich die Verwandtschaft betrifft, so scheint *Gahnia* sich am meisten den Gattungen *Schoenus* und *Lepidosperma* zu nähern, unterscheidet sich jedoch von diesem durch den Mangel der Kelchborsten, von jenem durch die zweizeilige Stellung der Schuppen, und aufserdem von beiden durch die harte, nufsartige Frucht.

Über *Lampocarya* Brown.

Ich habe von der geringen Haltbarkeit dieser Gattung schon bei Gelegenheit von *Gahnia* gesprochen, und beschränke mich hier blofs auf einige Bemerkungen rücksichtlich der dazu gehörigen Arten. Herr Brown führt deren drei an, nämlich *Gahnia schoenoides* Forst., eine neue, welche er *Lampocarya aspera* nennt, und *Gahnia trifida* Labill., die letztere jedoch als zweifelhaft. Ich habe leider keine derselben untersuchen können, besitze aber zwei andere Pflanzen, welche hieher zu gehören scheinen, nämlich Gaudichaud's *Morelotia gahniaeformis* und die Neesische *Lampocarya aspera*. Was zuvörderst diese letztere betrifft, so läfst sich bei der Kürze der Brownschen Beschreibung leider nicht mit Gewifsheit ermitteln, ob beide Pflanzen wirklich verschiedenen Species angehören, wie es die abweichende Zahl der Staubgefäfse und das verschiedene Vaterland vermuthen lassen. Die Brownsche Pflanze stammt nämlich aus Neuholland und ist tetrandisch, während die von Herrn Nees von Esenbeck in meinem Herbarium *Lampocarya aspera* genannte, von Herrn Gaudichaud auf Rawak, einer der Molukkischen Inseln, gesammelt worden ist, und sich hexandrisch zeigt. Ich habe daher die letztere vorläufig *Lampocarya rawacensis* genannt. Dafs *Morelotia gahniaeformis* Gaudich. keine besondere Gattung bilden kann, vielmehr zu *Lampocarya* gehört, hat schon Herr A. Brongniart erkannt. Sie ist triandrisch, und von Herrn Nees von Esenbeck im neunten Bande der *Linnaea* nach einem in meinem Herbarium befindlichen blühenden Exemplar von Owhyhee zum zweitenmale als ein neues *Cladium*, unter dem Namen *C. quadrangulare* publicirt worden.

Über *Schoenus* Brown.

Die Gattung *Schoenus* bildet, so viel sich aus den wenigen, von mir untersuchten Arten urtheilen läfst, eine sehr natürliche Gruppe, welche sich durch die *Spicae* 1-3-*florae*, die *Squamae distichae imbricatae deciduae*, in-

feriores (3-9) *gradatim minores vacuae,* die Abwesenheit der Kelchborsten, den dreispaltigen, an der Basis gleichdicken, abfallenden Staubweg und die dreieckige Frucht von den verwandten leicht unterscheiden läfst. Ob dies aber auch der Fall rücksichtlich der neuholländischen *Cladium*-Arten ist, wage ich zu bezweifeln, da z. B. *Schoenus acutus* Labill., welchen Herr Brown zu *Cladium* rechnet, vielmehr ein Brownscher *Schoenus* zu sein scheint. Durch eine solche Vereinigung der neuholländischen *Cladium*-Arten mit *Schoenus,* welche ich nicht für unpassend halte, da sich der ganze Unterschied beider Gruppen blofs auf die Richtung der Schuppen zu gründen scheint, würde die Brownsche Gattung *Cladium* von allen fremdartigen gereinigt werden, und sich blofs auf die wenigen ächten Arten beschränken. Welche Meinung man auch hinsichtlich dieser Vereinigung haben mag, so wird man immer zugeben, was ich schon früher bemerkt habe, dafs der Name *Schoenus* dieser Brownschen Gattung keinesweges zukommt, da sie keine einzige der ältern Arten in sich begreift, vielmehr der Gattung *Cladium* beigelegt werden, und diesem später aufgenommenen Namen vorgezogen werden mufs.

Schlüfslich füge ich noch hinzu, dafs *Schoenus flavus* Link. Jahrb. mit seiner *Dichromena squarrosa* zu derselben Gattung gehört, und eine neue *Rapatea* ist.

Über *Nemum* Desvaux.

Die Gattung *Nemum* findet sich in Hamilton's kleinem, mit Desvauxschen Materialien angefertigtem, wenig verbreitetem *Prodromus plantarum Indiae occidentalis* aufgestellt, und mit folgenden Worten karakterisirt: *Squamae horizontales, apice latiores, quadrifariam imbricatae. Styli* 2. *Semina minutissima, atro-nitentia.* Sie ist von Sprengel, Dietrich, Römer und Schultes gänzlich übersehen worden. Auch Herr Nees von Esenbeck scheint sie nicht gekannt zu haben, denn sie wird in seiner Übersicht der Cyperaceen-Gattungen nirgend erwähnt. Obige kurze Angabe allein würde zu einem Urtheile über die Haltbarkeit dieser Gattung nicht geeignet sein, selbst wenn sie überall richtig wäre, was ich noch aufserdem bestreiten mufs. Die *Squamae,* welche Herr Desvaux als *quadrifariam imbricatae* angiebt, sind nämlich *undique imbricatae,* und, wenn unter *Styli* 2, was wahrscheinlich ist, zwei getrennte Staubwege verstanden wer-

den sollen, so finde ich dies gleichfalls nicht bestätigt, vielmehr jene bis über die Mitte verwachsen. Auch dürfte hier wohl zum ersten Male Gröfse und Färbung der Frucht als Gattungskarakter benutzt worden sein. Bei einer etwas genauern Untersuchung des Vahlschen *Schoenus spadiceus,* worauf die Gattung *Nemum* gegründet ist, ergeben sich folgende wesentliche Merkmale:

Spicae multiflorae. Squamae undique imbricatae; vix ullae inferiores vacuae. Setae squamulaeque calycinae nullae. Stamina duo? Stylus complanatus, bifidus, basi parum constrictus, haud ciliatus, deciduus. Achenium (minutum) subrotundum, lenticulari-compressum, apice nudum. — Culmi simplices, basi vaginati?, aphylli? (1), *monostachyi. Spica terminalis, solitaria, elliptica, bractea brevi subulata suffulta. Squamae obovatae vel obovato-cuneatae, acutiusculae, uninerviae, convexae, membranaceae, glabrae, ferrugineae, apice sanguineae, siccae spadiceae, persistentes.*

Nach vorstehender Beschreibung weifs ich *Schoenus spadiceus* nirgends passend unterzubringen, und sehe mich daher genöthigt, die Gattung *Nemum* vorläufig beizubehalten. Von *Fimbristylis* und *Isolepis,* denen sie sich in vielen Stücken nähert, scheint sie durch die Bildung des Staubweges und die stehenbleibenden Schuppen hinlänglich verschieden zu sein. Der Habitus erinnert an beide Gattungen, zumal an *Isolepis conifera* und *lanata,* an *Fimbristylis polytrichoides* und *juncea.*

Es ist mir jetzt nicht mehr erinnerlich, was mich früher zu den Irrthum verleiten konnte, eine mir selbst jetzt noch zweifelhafte Humboldtsche Pflanze, nämlich meine *Isolepis paradoxa,* für den Vahlschen *Schoenus spadiceus* zu halten. Wahrscheinlich fand ich jene Pflanze in irgend einem Pariser Herbarium als *Eriocaulon spadiceum* bestimmt, und wähnte die ächte Lamarckische Art vor mir zu haben, welche Vahl mit *Schoenus spadiceus* vereinigt hat.

Die Bedeutung des Wortes *Nemum* habe ich bis jetzt noch nicht errathen können.

---

(1) Hamilton sagt *Culmus aphyllus,* und beschreibt dennoch die Blätter als *semiteretia filiformia,* wahrscheinlich meint er hiermit die wurzelständigen.

Über
den Bau der Farrnkräuter.

Zweite Abhandlung.

Von
Hrn. LINK.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 6. März 1835 und 3. März 1836.]

In der vorigen Abhandlung habe ich den Bau der *Filices Epiphyllospermae,* was die vorhandenen Arten von Stamm betrifft, abgehandelt. Es ergab sich, dafs man den wahren Stamm der Farrn ganz übersehen hatte, und eine verlängerte Knospe oder Knolle dafür gehalten. Die Farrn kehren durch die Untersuchung des wahren Stammes in ihre alte Reihe zurück, in die Reihe der Monokotylen, aus der man sie entfernen wollte. Es wäre eben so leicht möglich, den Wedelstiel mit dem wahren Stamme zu verwechseln, und es ist nöthig zur Untersuchung der Theile überzugehen, welche man gewöhnlich Blätter nennt.

Die Blätter der *Epiphyllospermae* tragen die Früchte auf der untern Fläche, was bei andern Pflanzen äufserst selten geschieht, und wenn es geschieht, von einer Verwachsung des Blütenstiels mit dem Blatte deutlich herrührt, wie *Ruscus* zeigt. Hier dringen aber die Früchte mit ihren Stielen, wenn solche vorhanden sind, aus dem Innern der Blätter hervor, auf eine Weise, welche man nie an andern Pflanzen gefunden hat. Wir haben hier also eine innige Verbindung der Früchte mit dem Blatte, und nur diese Verbindung darf man Wedel (*frons*) nennen.

Die Vermuthung, dafs hier ein Schaft (*scapus*) oder Fruchtstiel mit dem Blatte innig verbunden und verwachsen sei, liegt sehr nahe. Sie kann aber auch erwiesen werden, und wie es mir scheint nicht schwer. Folgende Gründe scheinen dieses zu leisten.

Wenn man den wirklichen Stamm, welcher dicht auf oder unter der Erde liegt, betrachtet, so fällt es auf, dafs die Blätter oder Wedel einzeln aus ihm hervorkommen. Das ist ganz gegen die Regel für die übrigen Pflanzen, die im Blattwinkel eine Knospe haben und wenn sie fehlt, wenigstens eine Andeutung derselben. Auch die Blüten und mit ihnen die Früchte kommen aus dem Winkel eines Blattes oder einer Bractee hervor. Da hier nun nichts dergleichen vorhanden ist, so kann man wohl vermuthen, dafs Beides in Eins übergegangen sei. Dieses wird noch wahrscheinlicher, wenn man einen Wedelstiel genau betrachtet, und mit einem Blattstiel der Phanerogamen aufmerksam vergleicht. Der Blattstiel ist gewöhnlich rinnenförmig, seltener walzenförmig oder stielrund (*teres*); der Wedelstiel ist auch rinnenförmig, aber man bemerkt eine halbrunde Erhabenheit in demselben, welche in der Rinne der Länge nach herabläuft, und gar oft von einer braunen und ganz anderen Farbe ist, als die grüne Umgebung oder Umhüllung. Man kann diese Erhabenheit gar oft durch den ganzen Wedel verfolgen. Es scheint ein Stiel in den andern gleichsam eingedrückt und versenkt zu sein und zwar, wie die Lage anzeigt, der Blütenstiel in den Blattstiel. Dadurch wird es nun leicht erklärlich, dafs man nie ein Blatt mit einer Knospe aus dem Stamme hervorkommen sieht. Nur ist hier allerdings eine Sonderbarkeit, dafs nämlich die Früchte der Farrn auf der untern und hintern Fläche der Blätter hervorkommen und nicht auf der obern, wo der Fruchtstiel eingesenkt erscheint. Aber es ist im Pflanzenreiche nicht selten der Fall, dafs die Blüten und Früchte eines Schafts nur nach einer Seite gekehrt sind, und hier scheint der lockere Bau der untern Blattfläche das Hervorbrechen der Früchte auf derselben zu veranlassen, oder wenigstens zu befördern.

Einen andern und sehr wichtigen Grund für die Verbindung des Blattes und der Inflorescenz im Wedel giebt der innere Bau des Wedelstiels in Vergleich mit den Blattstielen der Phanerogamen. In den Dikotylen findet sich in dem rinnenförmigen Blattstiele ein Bogen, selten ein Halbkreis von Holzbündeln, die zusammenwachsen, wenigstens gegen die Mitte des Bogens und stralig anwachsen; in den Monokotylen findet man einen Bogen von getrennten Holzbündeln, welche niemals stralig anwachsen. Der runde Blattstiel bekommt in den Dikotylen nicht immer einen Holzring, sondern die Holzbündel bleiben oft getrennt, in den Monokotylen

bleiben sie immer getrennt. In den Wedelstielen der Farrn verhält sich die Sache anders und auf folgende Weise.

Die Holzbündel — es ist aus der vorigen Abhandlung bekannt, was hier darunter verstanden wird — bilden ebenfalls einen Bogen im Blattstiel der Farrn, nur ist dieser Bogen immer viel gröfser; er nähert sich nicht allein gar oft einem Halbkreise, sondern er geht auch darüber hinaus und nähert sich einem Kreise; die Holzbündel sind ungleich, wie im Stamme der Farrn, besonders aber fällt es auf, dafs die beiden äufsersten Holzbündel des Bogens, gegen die gerinnte Seite des Wedelstiels gröfser sind als die übrigen, welches man an den Phanerogamen nie bemerkt. Man sieht dieses Fig. 1. an dem Wedelstiele von *Polypodium cristatum* und andern Polypodien, Fig. 2. noch deutlicher an *Woodwardia radicans, Struthiopteris germanica, Blechnum occidentale* u. s. w., auch wo viele Holzbündel vorhanden sind, wie Fig. 3. an *Didymochlaena, Tectaria, Polypodium Phyllitidis* u. a. m. Die Öffnung des Bogens ist zuweilen mit andern Holzbündeln gefüllt, wie Fig. 4. an *Acrostichum alcicorne,* wo sich auch die Stellung der Holzbündel in mehren Kreisen und Reihen, wie Fig. 5. an *Blechnuu brasiliense* zeigt. Zuweilen ist die Öffnung des Bogens durch ein langes, in die Quere stehendes Holzbündel geschlossen, wie *Polypodium aureum* lehrt. In allen diesen Fällen ist das Hinzutreten von zwei grofsen Holzbündeln, so wie die Schliefsung des Bogens durch ein grofses oder durch mehre kleine Holzbündel etwas zu der Form der Phanerogamen Hinzukommendes; denn mit dem runden Blattstiele der Phanerogamen kann man diese nicht zusammenstellen, zuerst weil die Blattstiele nicht rund sind und dann, weil die Stellung der Holzbündel in Kreisen bei den Farrn nie ganz genau und deutlich ist. Doch zuweilen weicht dieser Bau noch mehr von dem Baue der Phanerogamrn ab. Es erscheinen nämlich zwei grofse Holzbündel, die entweder gerade sind und parallel liegen, wie an *Gymnogramma sulphurea* Fig. 6., oder gekrümmt, und zwar mit den concaven Seiten gegen einander, wie an *Onoclea, Aspidium patens* u. a. m., oder sie sind mit dem Rücken gegen einander gekrümmt, wie Fig. 8. an *Doodia aspera, Scolopendrium vulgare, Asplenium palmatum, Pteris aquilina* u. a. m. Die kleinen Bündel sind in diesen letztern Fällen zuweilen ganz verschwunden, zuweilen sind einige aber kleinere übrig geblieben.

Ich mufs noch hinzufügen, dafs die Bündel gegen die Spitze des Wedels zusammenwachsen, entweder in einen Bogen, oder wenn nur zwei Bündel vorhanden sind, und mit der hohlen Seite gegen einander stehen, an einer Seite, oder wenn sie mit dem Rücken gegen einander stehen, mit diesem Rücken selbst, wodurch bei unserer *Pteris aquilina* der doppelte Adler entsteht.

Durch das Zusammenwachsen der Gefäfsbündel scheinen die Farrn mit den Dikotylen übereinzustimmen, aber dieses ist nur scheinbar. Denn die Bündel sind hier viel gröfser und wachsen nur mit ihren Rändern zusammen, da sie hingegen bei den Dikotylen durch das strahlige Anwachsen des Holzes zusammenkommen, welches hier nie der Fall ist. Dieses stralige Anwachsen ist ein Hauptkennzeichen der Dikotylen.

Das braune Zellgewebe, charakteristisch für die Familie der Farrn, ist hier auf mannigfaltige Weise vertheilt; zuweilen umgiebt es die Bündel, alle oder einige, zuweilen umgiebt es sie an einer Seite und an der gegenüberstehenden sieht man ein Bündel allein, zuweilen fehlt es auch ganz und gar.

Offenbar zeigt der innere Bau des Wedelstiels, dafs zu der gewöhnlichen Blattform der Phanerogamen hier noch etwas hinzugekommen, welches wohl nur vom Fruchtschaft herrühren kann. Diese hinzugekommenen Bündel sind, die beiden äufsersten grofsen Bündel in dem Bogen, wenigstens der eine, ferner die Bündel, welche die Öffnung des Bogens schliefsen und endlich eins von den beiden grofsen Bündeln, welche sich im Wedelstiel befinden.

An der Fruchtbildung von einigen Farrn, z. B. *Onoclea* und *Struthiopteris,* werden wir ebenfalls neue Beweise für die Behauptung finden, dafs der Wedel der Farrn eine Verbindung von Blatt und Fruchtschaft sei.

Der vierte Beweis für die eben gegebene Behauptung besteht darin, dafs die Nerven der Farrn gar oft auf beiden Flächen der Blätter hervortreten, welches bei den Phanerogamen nie der Fall ist. Es mufs also noch etwas im Wedel sein aufser dem Blatte, welches dieses Hervortreten verursacht. Für die gröfsern Nerven ist dieses schon angegeben, denn sie haben Antheil an der Gestalt der Blattstiele oder Wedelstiele. Aber von den kleinen Nerven gilt dieses nicht. Hier ist aber die Menge von Spiralgefäfsen gröfser, als sie an den Nerven der Phanerogamen zu sein pflegt, welches ebenfalls von

der Verdoppelung der Nerven herrühren mag. Sie sind mit wenig straffem Parenchym umgeben. Nicht selten hören die Nerven der Farrn mit verdickten, keulenförmigen Enden auf. Eine mikroskopische Untersuchung zeigt, dafs die Verdickung ganz und gar aus Spiralgefäfsen, oder vielmehr halsbandförmigen Gefäfsen besteht, s. Fig. 10., wo ein solches Ende aus *Dicksonia adiantoides* bei einer 584fachen Vergröfserung vorgestellt ist. Auch hier wird die Menge von Spiralgefäfsen eines so feinen Nerven auffallen. Was diese Verdickung bedeute, ist schwer zu sagen. Ich hielt sie einst für die Antheren der Farrn, aber sie könnte nur eine ferne Andeutung sein, denn gerade das absondernde Organ, das Zellgewebe, schwindet hier gegen das nährende, die Spiralgefäfse.

Die Nerven der Farrn unterscheiden sich von den meisten Nerven der Phanerogamen dadurch, dafs hier die kleinen verbindenden Nerven ganz fehlen, welche sich sogar an den Monokotylen finden, wenn nicht sehr zarte, dichtstehende Nerven das ganze Blatt einnehmen, wie an den Gräsern und einigen andern Familien. Die Seitennerven der Farrn sind alle von einerlei Dicke und nehmen gegen den Umfang allmälig ab, wenn nicht Verdickungen erscheinen, von denen eben geredet wurde. Dafs mehre starke Nerven zugleich ins Blatt und den Wedel treten, oder dafs sie sich gegen den Rand verbinden und von dort kleine Nerven zum Rande senden, ist in den Farrn nie gesehen, so häufig beides auch bei den Phanerogamen ist, besonders den Dikotylen. Alles dieses entfernt die Farrn von den Dikotylen und stellt sie den Monokotylen gleich, ungeachtet die häufige Zusammensetzung des Wedels sie beim ersten Blicke auf eine gröfsere Stufe der Ausbildung und Entwickelung zu stellen scheint.

Ad. Brongniart hat die fossilen Farrn nach den Nerven des Wedels mit Rücksicht auf die Gestalt überhaupt in Gattungen getheilt und ihnen besondere Namen gegeben, als *Pachypteris, Neuropteris* u. s. w. Das ist sehr zu loben, denn es ist nothwendig, Namen zu haben, um sich bei der Menge der Gegenstände zu verständigen. Auch konnte er die Kennzeichen, welche wir bei der Unterscheidung der Farrn in der jetzigen Welt brauchen, nicht anwenden, die Stellung der Fruchthaufen und Indusien, weil man äufserst selten Spuren von Fruchthaufen an den fossilen Farrn antrifft. Dazu kommt, dafs sich wirklich die Nerven der fossilen Farrn viel besser erhalten

haben, als man erwarten sollte. Es ist also gar sehr zu billigen, daſs der Verfasser vorzüglich auf die Nervenvertheilung bei der Bestimmung der Gattungen sah, mit einiger Rücksicht auf die Gestalt. Doch jeder erste Versuch erfordert Verbesserungen. So trennt der Verfasser die getheilten Nerven, welche einen wenig schiefen Winkel mit dem Hauptnerven machen, von denen, welche einen sehr schiefen Winkel machen, welches keine scharfe Eintheilung giebt. Auch bringt er zu den letzten die Farrn, wo die Blättchen sehr schief sind und der Hauptnerve beinahe an der Seite liegt, da diese doch vielmehr zu der zweiten Haupteintheilung mit fächerförmigen Nerven gehören. Es lieſsen sich noch mehre Ausstellungen an dem System des Verf. machen. Die Rücksicht auf die Gestalt der Blättchen giebt ebenfalls keine Befriedigung; es ist nicht sehr von Bedeutung, ob die Blättchen von einander völlig getrennt sind oder nicht. Endlich ist es gewiſs nicht zweckmäſsig und hat vielmehr etwas Verwirrendes, daſs der Verf. den Gattungen der fossilen Farrn ganz neue Namen giebt, wodurch alie Andeutung auf die Farrn der jetzigen Welt aufgehoben und dem Studium der fossilen Farrn das genommen wird, was uns sonst die gröſste Theilnahme dafür einflöſst, die Vergleichung mit den jetzt noch lebenden natürlichen Körpern. Viel zweckmäſsiger ist es, wie es sonst die Naturforscher machten und noch machen, die fossilen Gattungen mit denselben Namen zu belegen, als die jetzt lebenden, nur mit der Endigung *ites*, welche man den Namen der fossilen Körper giebt. Die Nomenclatur des Verf. ist auch um so weniger zu billigen, da die Betrachtung der Nerven und der Gestalt des Wedels auch auf eine genauere Bestimmung der Gattungen oder Untergattungen der jetzigen Farrn sich anwenden lieſse. Ich will es versuchen, eine solche Bestimmung der jetzt lebenden Farrn nach Nervenvertheilung und Gestalt zu geben, die sich auf die fossilen Farrn leicht wird anwenden lassen, und welche dazu vielleicht dienen wird, ein Band wieder zu knüpfen, was durch die übrigens äuſserst schätzbaren Untersuchungen des Verf. zerrissen wurde.

Diese Eintheilung der jetzt lebenden Farrn nach der Gestalt des Wedels und der Nervenvertheilung wird man auch als Unterabtheilungen brauchen können; wenn nämlich unter *Polypodium* die Unterordnungen von *Polypodites, Phlebopterites, Struthiopterites* u. s. w. vorkommen, eben so unter *Aspidium* und andern, so wird man leicht die Unterordnungen

zusammenstellen und daraus eine Gattung machen können, wovon die bisher eingeführten Unterabtheilungen sind.

Struthiopterites. Gleichseitige Fiederung — die obere und untere Seite der Blättchen ziemlich gleich, die dritte kurz und angewachsen —; Federstücke gegen die Basis nicht abnehmend; ganze Fieder gegen die Basis sehr abnehmend; Nervenvertheilung einfach gefiedert, Seitennerven einfach, zweite wenig mehrtheilig (dichotom). Hieher *Struthiopteris germanica; Polypodium concinnum; Aspidium patens, molle, Kaulfussii, Oreopteris, Thelypteris fragrans; Physematium* u. a. m. Wenig abweichend ist hiervon die Form *Arrhenopterites,* indem hier nur die Fieder wenig an der Basis abnimmt. Hieher: *Cystopteris; Aspidium Filix mas, cristatum, chrysolobum; Polypodium deflexum, armatum, diffusum, Ctenitis; Alsophila; Diplazium obtusum* u. s. w. Auch ist nicht sehr von *Arrhenopterites* verschieden *Synpterites,* dessen Blättchen zusammengewachsen und durch Nerven anastomosisch verbunden sind. Hieher gehören: *Polypodium crenatum, polystichum, attenuatum, laetum, vacillans; Diplazium dubium, decussatum; Aspidium trifoliatum, macrophyllum* u. a.

Polypodites. Gleichseitige, zickzackförmige Fiederung ([1]); Fieder gegen die Basis sehr abnehmend; Nervenvertheilung dichotom. *Polypodium vulgare, Paradiseae, pulvinatum; Gymnogramma tomentosa* u. a.

Phlebopterites (Brongn.). Wedel einfach und mehrfach gefiedert; Federstücke an der Basis nicht abnehmend, auch nicht die Fieder. Nervenvertheilung der Seitennerven netzförmig. *Polypodium serpens, percussum, excavatum, lycopodioides, dimorphum, peltideum, phymatodes, aureum, lepidopodum, proliferum; Antrophyum; Acrostichum aureum; Aspidium articulatum; Camptosorus* u. a. m.

Taeniopterites (Brongn.). Wedel einfach oder handförmig getheilt; Nervenvertheilung der Seitennerven dichotom. An der Basis verschmälert: *Grammitis; Acrostichum conforme; Asplenium Nidus; Diplazium plantagineum* u. a. Nicht verschmälert und mit wenig sichtbaren Nerven: *Scolopendrites: Scolopendrium.* Wenig abweichend von *Taeniopteris* ist *Vitta-*

([1]) Der Ausdruck zickzackförmig braucht keiner Erläuterung, da er sich beim ersten Blicke erklärt. Unter den Phanerogamen haben nur mehre Arten von *Banksia* und *Dryandra* eine solche Blattform.

rites, wo die Seitennerven unter einem sehr spitzen Winkel von dem Hauptnerven auslaufen, so dafs sie demselben fast parallel erscheinen. Hieher: *Vittaria, Pteris Scolopendrium* u. a.

Phyllitites. Wedel einfach; Seitennerven einfach, durch zarte, wenig netzförmige Mittelnerven verbunden: *Polypodium Phyllitidis, caespitosum; Aspidium contiguum; Meniscium.*

Doodites. Gleichseitige, zickzackförmige Fiederung; Fieder abnehmend. Seitennerven netzförmig verbunden, die Nerven der Verbindung, welche mit dem Hauptnerven parallel laufen, stärker. *Doodia.*

Woodwardites. Gleichseitige Fiederung, Nervenvertheilung netzförmig; die am Hauptnerven liegenden Maschen grofs zur Aufnahme der Fruchthaufen.

Caenopterites. Gleichseitige Fiederung; die Nerventheilung ist so, dafs sich der Hauptnerve in die Abtheilungen des Wedels verläuft: *Darea; Asplenium trichomanes, viride, Ruta muraria, Halleri, praemorsum, Adiantum nigrum; Allosorus; Pteris auriculata; Gymnogramma leptophylla, calomelanos; Dicksonia; Davallia* u. a. m.

Ceterachites. Dreiseitige, zickzackförmige Fiederung; Fieder an der Basts abnehmend; Nervenvertheilung wenig sichtbar. *Ceterach vulgare.* Sehr nahe steht dieser *Notochlaenites* mit rundlicher, an der Basis nicht abnehmender Fiederung und wenig sichtbarer Nervenvertheilung: *Notochlaena; Cheilanthes odora, lentigera, ferruginea; Ceterach crenatum* u. s. w.

Onocleites. Dreiseitige Fiederung; Federstücke und Fiederung nach oben breiter; Nervenvertheilung nach oben verästelnd in die Theile des Wedels. *Onoclea.*

Lonchitites. Gleichseitige Fiederung, Blättchen mit einem Ansatz an der Basis nach oben; Fieder an der Basis abnehmend; Seitennerven dichotom. *Aspidium Lonchitis, acrostichoides, Nephrodium tuberosum, exaltatum; Lomaria; Blechnum; Asplenium marinum, auriculatum; Gymmogramma tartarea* u. a. m.

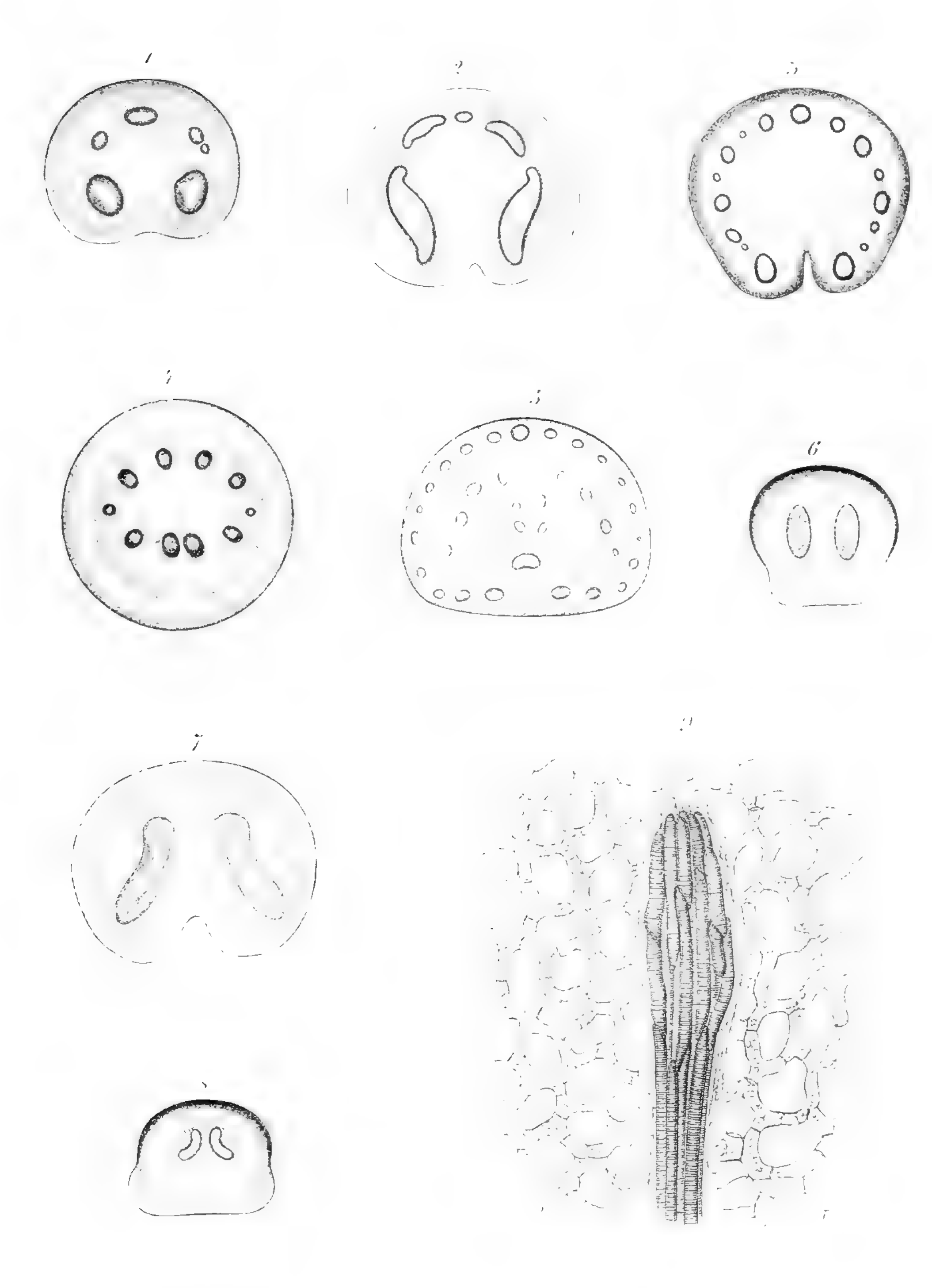
Adiantites. Ungleichseitige (schiefe) Fiederung, wenigstens mit einem Ansatz an der Basis nach oben. Nervenzertheilung fächerförmig nur oft an der Basis nach unten im Blättchen der Anfang von einem Hauptnerven. *Adiantum Capillus, pedatum, curvatum, formosum, concinnum* u. a. m.

Pterites. Gleichseitige Fiederung mit einem Ansatz nach unten, oder einem dort unsymmetrischen Aste. Seitennerven wenig dichotom: *Pteris;* doch könnte man von denen, welche gestielte Blättchen haben, eine besondere Abtheilung machen.

Zuletzt mufs ich noch der grofsen Veränderlichkeit erwähnen, welche die Blätter der Farrn besonders in Rücksicht der Zuspitzung haben. An einem und demselben Wedel findet man länger und kürzer zugespitzte Federstücke durcheinander, ja man sieht gestumpfte und rundliche Abtheilungen oben, auch unten, wo man in der Mitte lang zugespitzte hat.



Zu Hrn Link's Abh. über den Bau der Farrnkräuter. – Physik. Abh. 1835



Gez. u. lith. v. C.F. Schmidt

Über
die organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane des Menschen und der Säugethiere.

Von
Hrn. MÜLLER.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 26. November 1835.]

Der Hauptgegenstand der gegenwärtigen Abhandlung ist die Darstellung einiger bisher unbekannt gebliebener Nerven, welche dem erectilen Gewebe des *penis* bestimmt, wohl von den grofsen Gefühls- oder Rückennerven des männlichen Gliedes zu unterscheiden sind. Um das darüber vorzutragende einigermafsen leichter verständlich zu machen, ist es nöthig einen kurzen Abrifs meiner bisherigen Untersuchungen über das erectile Gewebe vorauszuschicken. Der gröfste Theil des Gewebes im Innern der *Corpora cavernosa* des männlichen Gliedes besteht aus einem anastomosirenden Venengeflecht, in dessen cellulosen Räumen das Blut bei der Erection sich anhäuft. Nach Cuvier's Untersuchung der Ruthe des Elephanten und Tiedemann's Untersuchung der Ruthe des Pferdes sollten keine andern anatomischen Elemente im Innern der *corpora cavernosa* vorkommen. Vor mehreren Jahren beobachtete ich im *corpus cavernosum* des Pferdes eine mir unbekannte, röthliche, faserige, zusammenhängende Bündel bildende Substanz, in deren Zwischenräumen die Venengeflechte liegen. Ich legte mir die Frage vor, ob diese Substanz bei der Erection thätig sei und studirte ihren Bau. Ihre Primitivfasern sind etwas stärker als die der Muskeln, sie besitzen keine perlschnurartigen Anschwellungen wie die Muskelfasern des animalischen Systems und des Herzens und ihre Bündelchen zeigen unter dem Mikroskop nicht die characteristischen Querlinien wie die letzteren. Da indefs die Muskelfasern des Darms, der Urinblase, des *uterus*, der Iris, also der meisten unwillkührlichen Mus-

keln, weder das eine noch das andere besitzen, konnte die Frage von der Natur jener Fasern nur durch chemische Versuche und Beobachtungen am lebenden Thiere entschieden werden. Die Fasern des *penis* der Pferde gehören in die Klasse der eiweifsartigen Körper. Sie geben beim Kochen keinen Leim, und ihre essigsaure Auflösung wird von Cyaneisenkalium gefällt. Hierdurch sind sie hinreichend vom Zellgewebe, Sehnengewebe und elastischen Gewebe geschieden. Sie gehören in eine Klasse mit dem Eiweifs, Muskelgewebe und den übrigen eiweifsartigen Körpern. Über ihre Stellung in dieser Klasse konnten nur Versuche an lebenden Thieren entscheiden. Durch Galvanisiren des blofsgelegten cavernösen Gewebes am lebenden Pferde, Schafbock, Hund, habe ich mich überzeugt, dafs dies Gebilde keine Muskelkraft besitzt ([1]).

Die glückliche Beobachtung der bei der Erection thätigen Arterien gab meinen Untersuchungen eine neue Richtung. Man hat sich bisher allgemein vorgestellt, dafs das Blut bei der Erection in die anastomotischen Venen oder Zellen der cavernösen Körper durch die gewöhnlichen Capillargefäfsübergänge der Arterien in Venen gelange. Ich war so glücklich zu entdecken, dafs gewisse bei der Erection thätige Arterien von den bei der gewöhnlichen Circulation erfüllten Arterien verschieden sind, obgleich beide von denselben Stämmen ausgehen. Die bei der Circulation wirksamen Arterien verhalten sich wie in allen Theilen, die bei der Erection thätigen sind quastartige *Diverticula* der *Arteria profunda penis*, welche aus krummen, blindgeendigten, $\frac{1}{5}$ Millimeter und mehr dicken, kurzen Zweigelchen bestehen, und frei in die Zellen des *penis* hineinhängen, *Arteriae helicinae*. Obgleich diese Gefäfse keine sichtbaren Öffnungen haben, so ist es doch ziemlich wahrscheinlich dafs sie es sind, welche das Blut in grofser Menge in die Zellen der cavernösen Körper ergiefsen. Denn die Partikelchen der Zinnober-Leiminjection gehen mit der gröfsten Leichtigkeit ohne Zerreifsung aus ihnen über ([2]).

Die Venen, welche das Blut aus den cavernösen Körpern wieder abführen, kommen zum Theil an der Oberfläche und Seite des *penis* in grofser Menge durch Öffnungen in der fibrösen Haut der cavernösen Körper hervor;

([1]) Zeitung des Vereins für Heilkunde in Preufsen 1833. N. 48. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1835. p. 27.

([2]) Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1835. p. 220.

ich nenne sie *Emissaria venosa*. Diese Venen ergiefsen sich in die *Vena dorsalis penis* oder in Äste von ihr, die das Blut aus dem *corpus cavernosum urethrae* bringen. Dann treten am hintern Ende der *corpora cavernosa* aus ihrer innern Seite grofse Stämme, welche unter der Symphyse ins Becken treten und in das gemeinsame Labyrinth der Schamvenen übergehen, ohne sich vorher in die *vena dorsalis penis* zu ergiefsen ([1]). Hieraus gieng deutlich hervor, dafs kein Muskeldruck auf die *vena dorsalis penis*, der ohnehin nicht möglich ist, die Ursache der Erection sein könne. Denn dieser Druck betheiligt auf keine Weise diese hinteren oder tiefen Venen der *corpora cavernosa*. Man kann sich daraus auch erklären, warum man durch einen künstlich auf die *vena dorsalis penis* ausgeübten Druck keine Erection hervorbringen kann. Die Ursache der Erection liegt also offenbar *primo loco* in dem erectilen Gewebe selbst und wahrscheinlich in den *arteriae helicinae*. Das einmal angesammelte Blut kann dann allerdings durch die *musculi ischio-cavernosi*, welche den hintern Theil der *Corpora cavernosa* drücken, vorgedrängt werden. Ich stellte mir ferner die Frage auf, ob, wie es zwei Systeme von Arterien an den *Corpora cavernosa* giebt, es auch zwei Systeme von Nerven gebe, wovon das eine als die Ursache der Empfindungserscheinungen, das andere als Conductor für den Impuls zur Erection zu betrachten ist. Im Sommer 1834 war ich so glücklich an einer menschlichen Leiche zu finden, dafs die grofsen Nerven des *penis*, *nervi dorsales* nur wenige Zweige in das Innere des *penis* senden, während sie sich in der Haut, besonders aber in der Eichel verbreiten, dafs dagegen eine ganze Anzahl von grauen organischen Nerven, die nicht dem animalischen System sondern dem Sympathicus angehören, schon am hintersten Theile des *penis* unter der Symphyse der Schambeine in die *Corpora cavernosa* eindringen und sich im erectilen Gewebe verbreiten.

Um die Lage dieser Nerven in der bisher sehr vernachlässigten Gegend zu den Seiten des häutigen Theils der Harnröhre besser kennen zu lernen und ihren Verlauf genauer zu beschreiben, mufste ich eine neue Untersuchung dieser Gegend vornehmen.

([1]) Encyclopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften, herausgegeben von den Prof. Busch, v. Gräfe, Hufeland, Link, Müller. B. XI. p. 458.

Die gegenwärtige Abhandlung zerfällt nun in zwei Abschnitte, I. von den Dammmuskeln des Menschen, insbesondere den Muskeln des häutigen Theils der Harnröhre, und II. von den Nerven des erectilen Gewebes.

I. Abschnitt.

Über einige Dammmuskeln des Menschen, insbesondere über den *musculus constrictor urethrae membranaceae.*

Die Dammmuskeln des Menschen sind von allen Theilen des Muskelsystems desselben diejenigen, deren Kenntnifs und Beschreibung noch einen geringern Grad von Vollkommenheit erreicht haben. Albinus, in der Beschreibung der Muskeln sonst unübertrefflich, und von denjenigen, die sich speciell mit gewissen Muskeln beschäftigen, immer genau befunden, ist in der Beschreibung der Dammmuskeln dürftig und so fast alle späteren. Santorini, dessen meisterhafte myologische Beschreibungen immer ein Muster bleiben werden, hat dagegen eine fast vollkommene Abbildung und theilweise vollkommene Beschreibung dieser Muskeln gegeben, zu welcher durch die späteren Beobachtungen von Wilson über den *musculus pubo-urethralis* nichts wesentliches und eher etwas unrichtiges hinzugekommen ist. Leider ist Santorini's Werk *Septemdecim tabulae, Parmae* 1775. in dieser Hinsicht von den Anatomen durchgängig unbenutzt geblieben; indem man gewöhnlich, wo man auf seine Beobachtungen über die Dammmuskeln Acht hatte, die Abbildungen und Beschreibungen der Dammmuskeln in den *Observationes anatomicae, Venetiis* 1774. zu Grunde legte. Gleichwohl enthalten die *Tabulae posthumae*, obgleich ohne genügende Erklärung, für denjenigen, welcher die Dammmuskeln selbst genauer studirt, sehr schätzbare weitere Beobachtungen. Da keine vollkommene Beschreibung dieser Gegenstände für das *Opus posthumum* vorliegt, so war freilich die Benutzung dieser Tafeln in Hinsicht mehrerer neuer Gegenstände ohne eigene Untersuchungen sehr schwer, ja fast unmöglich, so dafs auch Girardi, der die Erklärung der *Tabulae posthumae* besorgte, sich oft in nicht geringer Verlegenheit befand, wie er die Abbildungen von Santorini zu deuten hätte. Bei Untersuchungen über die Ursachen der Erection konnte ich eine genauere Zergliederung mehrerer zweifelhafter Theile der Dammmuskeln nicht überge-

hen. Ich untersuchte sie während der Winter $18\frac{33}{34}$ und $18\frac{34}{35}$ in vielen muskulösen Leichen von unten und von oben her; so gelang es mir mehrere bisher nicht beachtete muskulöse Theile zu erkennen, die ich hernach regelmäſsig in jeder Leiche wiederfand, und von denen es mich sehr wunderte, keine Beschreibung in den anatomischen Werken zu finden. Meine Verwunderung war noch gröſser, als ich einen vor einiger Zeit beschriebenen Muskel, den *musculus pubo-urethralis seu Wilsonii* durchaus nicht wiederfand, so wie er beschrieben ist, obgleich dieser Muskel sowohl von Wilson als von Velpeau abgebildet und auch von Bell und Meckel aufgeführt, von Seiler aber wenigstens nach eigener Erfahrung in Schutz genommen wurde. Erst durch die Zergliederung der Dammmuskeln sehr vieler Leichen, wobei ich nie den Wilsonschen Muskel, immer aber ganz andere constante muskulöse Theile der Harnröhre fand, gewann ich die feste Überzeugung, daſs jener Muskel in der Art wie er beschrieben ist, nicht existirt und nur durch eine verkehrte Präparation entstehen kann. Später fielen mir Santorini's *Septemdecim tabulae* in die Hände; hier freute ich mich einen gründlichen Vorgänger zu finden; nach meinen Untersuchungen war mir die Erklärung einiger seiner Figuren nicht schwer; denn ich sah hier ganz ähnliche Theile wenngleich nicht beschrieben, doch bildlich dargestellt; dagegen hier ebensowenig etwas von dem Wilsonschen Muskel zu finden ist. Um mich zu überzeugen, daſs auch andere Anatomen die von mir gesehenen Theile leicht finden würden, bat ich meinen hochverehrten Collegen Schlemm den Constrictor der Harnröhre in der Art, wie ich ihn nun schon so oft dargestellt, aufzusuchen und zu präpariren. Dies gab dasselbe Resultat. Da nun alle untersuchten Leichen übereinstimmten, die Abbildungen von Santorini hinwieder das ähnliche, von allen Späteren verkannte, zeigen, so muſste ich mich zu einer neuen Beschreibung dieser Theile anschicken, welche mir Gelegenheit gab, noch mehrere Bemerkungen über die Dammmuskeln einzuflechten und mehreres mitzutheilen, was auch dem trefflichen Santorini noch nicht ganz klar sein mochte, was wenigstens durch seine Abbildungen nicht erläutert wird. Diese Untersuchungen wurden im Winter $18\frac{33}{34}$ und $18\frac{34}{35}$ vorgenommen. Nachdem die hieher gehörigen Tafeln schon im Stich vollendet sind, lerne ich das schon 1834 erschienene Werk von Guthrie *on the anatomy and diseases of the neck of the blad-*

der and the urethra, London 8., kennen und sehe darin eine mit meinen Untersuchungen im Wesentlichen übereinstimmende Beschreibung der muskulösen Schicht der Harnröhre, die er mit 4 Abbildungen begleitet hat. Dies mufste mich in der Ansicht von der Richtigkeit der Untersuchungen von Santorini und meiner eigenen noch mehr bestärken. Guthrie ging es bei dem Aufsuchen der Wilsonschen Muskeln gerade so wie mir; er fand bald, dafs dessen falsche Ansicht von der theilweisen Zerstörung des eigentlichen Muskels bei der Präparation von der Seite entstanden ist.

Die Abbildungen und die Darstellung meiner Untersuchungen konnte ich, obgleich Guthrie auf das Wesentliche schon aufmerksam gemacht hat, um so weniger vorenthalten, als meine Beobachtungen diesen Gegenstand sowie den Zusammenhang mit den übrigen Dammmuskeln weiter als Guthrie verfolgen und eine ganz genaue Beschreibung dieses Gegenstandes schon zum Verständnifs der folgenden Beschreibung der cavernösen Nerven nöthig ist. Die hinlänglich bekannten gröfseren Dammmuskeln werde ich theils übergehen, wie den *Sphincter ani, transversus superficialis, ischiocavernosus, bulbocavernosus,* theils nur kurz berühren, wie den *Levator ani,* da es sich hauptsächlich um den *musculus transversus profundus* und *constrictor urethrae membranaceae* handelt.

I.

Vom *Musculus levator ani.*

Dieser Muskel entspringt bekanntlich von der innern Beckenwand, und zwar von der hintern Fläche der Synchondrose der Schambeine, ferner von der *fascia pelvis,* wo sie den obern Theil des *musculus obturatorius int.* überzieht und im Begriff ist vom *musculus obturatorius int.* auf die innere oder Beckenfläche des *Levator ani* zu treten, endlich von der *Spina ossis ischii.* Diese Ursprünge sieht man sämmtlich am besten bei der Präparation von oben, indem man die innere Beckenfascie vom *Levator ani* und wo sie sich an die Seitenwand der Blase anschliefst, aufhebt; hierbei kann man sich auch überzeugen, dafs am vordern Rande des Muskels in den mehrsten Fällen noch ein Bündelchen zum vordern Rand von den mit der innern Beckenfascie zusammenhängenden *ligamenta pubo-vesicalia* hinzukommt; Bänder, von welchen sonst auch ein Theil der Längenfasern der Urinblase

den Ursprung nimmt ([1]). Die Bündelchen des Muskels gehen gröfstentheils parallel abwärts und rückwärts, der vordere Theil umgeht das vordere Ende der *prostata* und endigt vor dem *anus*, indem die Fasern mit denen der entgegengesetzten Seite zusammenstofsen; die folgenden stofsen auf den Seitenrand des Afters oder den *Sphincter*, die folgenden gehen schief am After vorbei nach rückwärts; die übrigen, und zwar der gröfste Theil, gehen hinter dem After theils mit denen der entgegengesetzten Seite zusammen, theils bis zum *os coccygis*, wo sie sich befestigen. Die Endigung des vordersten Theils des Muskels vor dem *anus* oder am vordern Umfang des *anus* wird meistens nicht beachtet; um diese Endigung zu sehen, mufs man zwischen *prostata* und Mastdarm bis auf den muskulösen Grund zwischen der Einsenkung der *pars membranacea urethrae* in den *bulbus* und dem After eindringen, zugleich den an der Seite der *prostata* nur scheinbar befestigten vordern Rand des *levator ani* ablösen, wo man dann sehen wird, dafs der vordere Rand des *levator*, ohne wahre Insertion an der *prostata*, um sie herumgeht und vor dem After mit dem der entgegengesetzten Seite zusammenkommt. Auf diese Art bildet also der *levator* ein *diaphragma*, worin vorn eine grofse unpaare Öffnung und hinten die Afteröffnung sich befindet, während sich der hintere Rand an den Rand des *musculus coccygeus* anschliefst. Die vordere Öffnung ist oval und reicht von den *ligamenta pubo-vesicalia* bis vor den vordern Rand des Afters; diese vordere Öffnung wird vom vordern Rand des Muskels gebildet. In diese Öffnung ragt der vordere Theil der *prostata* mit der *pars membranacea* hinein, und es läuft der vordere Rand des *levator* um die Seite des vordern Theils der *prostata* bis vor den After hin. Unter der *prostata*, nämlich von der Insertion des vordern Theils des Levators vor dem After bis zum untern Rand der Symphyse oder dem *ligamentum arcuatum* würde nun an dem muskulösen *diaphragma* des Dammes etwas

---

([1]) Santorini, welcher die *Ligamenta pubo-vesicalia Ligamenta prostatae* nennt, giebt dies sehr richtig an. *Septemdecim tabulae.* p. 167. *Haec autem prostatae ligamenta ... comperimus ex duobus fibrarum generibus conflata, scilicet ex summis extimisque vesicae fibris in longitudinem ductis cet. Aliae autem fibrae sunt ex iis, quae pertinent ad elevatorum ani, quae cum imae sint, non prostatae, sed urethrae principio adjungi videntur* (Es scheint blofs so)*; quae tametsi in posteriora atque ima elevatoris ani ferantur, tamen sic eum locum urethrae quasi inter duas regulas constitutum arctare posse videntur, ut nonnullo sphincteris munere fungi posse credendum sit.*

fehlen, nämlich gerade der Boden, auf welchem die *prostata* ruht, und welcher die untere Fläche der *prostata* von der obern Fläche jenes hintern Endes des *bulbus* trennt, das die Insertionsstelle der *pars membranacea* nach hinten überragt und in die Nähe des Afters kommt. Dieses fehlende Stück an dem *diaphragma* des Dammes wird, wie wir hernach sehen werden, von der obern Schicht des *transversus profundus* ausgefüllt, während die untere Schicht desselben den dreieckigen Raum zwischen dem aufsteigenden Ast des Sitzbeins und *bulbus* mit Querfasern, die zum obern Seitenrand des *bulbus* gehen, ausfüllt und der vorderste Theil dieses dreieckigen Raumes nämlich zwischen *ramus descendens ossis pubis* und *corpus cavernosum urethrae*, oder zwischen *corpus cavernosum penis* und *urethrae*, von fibrösen Fasern oder dem *ligamentum perinaei* ausgefüllt wird. Indem sich nun der hintere Rand des *musculus transversus profundus* an die unter der *prostata* vor dem After zusammenkommenden vordern Ränder des *levator* anschliefst, ist das *diaphragma perinaei* vollständig.

Der vorher beschriebene Ursprung des *musculus levator ani* findet in einer zusammenhängenden überall gleich hoch gelegenen Linie statt, von der hintern Fläche der Symphyse der Schambeine bis zur *spina ischii*. Es kommt aber noch eine andere tiefer entsprungene Muskelportion zum *levator ani* hinzu, deren Ursprung in gleicher Höhe mit den *musculi transversi perinaei* ist. Diese Portion entspringt von der innern Fläche des aufsteigenden Sitzbeinastes und theilt sich in zwei Bündel, wovon das eine über dem *musculus transversus superficialis* rückwärts und über dem *sphincter ani* am After vorbeigeht (Santorin. *Septemd. tabul.* XVI. fig. 1 *h.*), das andere, wie ich mehrmals bei der Präparation von oben gesehen habe, schief rückwärts vor den After geht, um sich am vordern Umfang des Afters zu endigen. Diefs letztere Bündel grenzt an den *musculus transversus profundus*, welcher als die vordere Fortsetzung des *levator* betrachtet werden kann.

Kritische Bemerkungen.

In den meisten Werken ist der vorderste am besten von innen und oben sichtbare Theil des *levator ani*, der von der Symphyse der Schambeine und zugleich vom *ligamentum pubo-vesicale* entspringt, um den vordern Umfang der *prostata* geht und vor dem After mit dem der andern Seite zusammenkommend endigt, in Hinsicht seiner untern Insertion vor dem After

nicht beschrieben. Bei Albinus heifst diese von dem übrigen Muskel nicht im geringsten getrennte Portion *m. compressor prostatae,* bei Dumas (*syst. method. de nomenclature et de classification des muscles. Montp.* 1797.) *pubio-prostatique,* was jedenfalls unrichtig ist, da der vordere Rand des *levator* nur an der *prostata* angewachsen ist und sich nicht daran inserirt. Albinus beschreibt diese Portion ganz mit Unrecht als besondern Muskel. Dieser Muskel soll über dem Anfang des *levator* vom Innern des Schambeines in der Mitte zwischen dem untersten Theil der Synchondrose und dem nahen obern Theil des *foramen obturatorium* entspringen und schmal gekrümmt die *prostata* umfassen und zwischen *prostata* und *rectum* enden. So verläuft nur der vorderste Theil des *levator;* aber niemals entspringt diese Portion über dem Ursprung des übrigen Muskels und ist auf keine Weise davon getrennt. Sollte Albinus das vom *ligamentum pubo-vesicale* entspringende Bündelchen des *levator,* das in der That ein paar Linien tiefer, aber nicht höher entspringt, gemeint haben, so gilt hier dasselbe. Dies gehört ebenso zum vordern Rand des *levator,* aber verliert sich nicht zwischen *prostata* und *rectum,* sondern vor dem After mit dem der andern Seite zusammenkommend. Albinus citirt bei seinem Muskel Santorini *observ. anat.* Tab. III. fig. 5. lit. V. Der hier abgebildete *levator prostatae* des Santorini ist wohl auch nichts anders. Santorini nahm ihn für einen besondern Muskel, weil er den continuirlichen Zusammenhang mit dem *levator ani* von innen oder oben nicht aufsuchte. Doch sagt er selbst, dafs er sich mit den äufsersten Fasern des *levator* verbinde. *Observ. anat.* p. 181. Santorini sagt auch, dafs diese Portion von dem untern Theil des Schambeines entspringe; dies ist jedoch nicht richtig; der um die *prostata* gehende vor dem *anus* von beiden Seiten zusammenkommende vorderste Theil des *levator ani* entspringt von der hintern Fläche der Symphyse neben den *ligamenta pubo-vesicalia.* Einen eigenen *compressor prostatae* giebt es also nicht; aber der vorderste Theil des *levator* kann die *prostata* heben und zusammendrücken, indem sie eben zwischen den vordern Rändern des *levator* liegt.

Sömmering beschreibt den problematischen *compressor prostatae* des Albinus nach dessen Worten und citirt Santorini *observat. anat.* Tab. III. fig. 5. V, weit schöner sei er *tab. posth.* XV. fig. 3. F. zu sehen. Dies ist aber ein sonderbares Mifsverständnifs; denn der *Tab. posth.* XV. fig. 3. F. abgebildete Muskel ist ein ganz anderer und geht ja über die *prostata,* nicht

unter ihr weg. Haller (*elem. physiol.* VII. lib. 26. §. 24.) läfst den *compressor prostatae* auf sich beruhen, was offenbar besser ist als ihn ferner als einen besondern Muskel zu beschreiben.

II.

Vom *musculus transversus perinaei profundus.*

Einige Anatomen haben den *musculus transversus perinaei alter seu internus seu profundus* vermifst; ich habe diesen Muskel, der viel breiter aber dünner und kürzer als der *transversus superficialis* ist, gewöhnlich gesehen und ich bezweifle, dafs er oft vermifst wird, wenn man ihn auf die geeignete Art und an der zu bezeichnenden Stelle aufsucht. Dieser Muskel liegt in derselben Ebene, wie der vordere Theil der *aponeurosis perinealis*, die zwischen den absteigenden Ästen des Schambeines und aufsteigenden Ästen des Sitzbeines einen sehnigen Rahmen bildet, in welchen die Oberfläche des *bulbus cavernosus* eingespannt ist. Unter der *aponeurosis perinealis* versteht man die von Carcassonne, Bouvier, Velpeau (*Chirurg. Anat.* Weimar. p. 801) und Paillard (*Traité des aponeuroses; Paris* 1827. p. 40) beschriebene *fascia*, welche an der Ursprungstelle des *levator* von der *fascia pelvis* entspringt, unterhalb des *musculus levator ani* liegt und von besonderer Stärke ist, wo sie den Raum zwischen dem absteigenden Schambeinast und dem obern Umfang des *bulbus* ausfüllt. Den vordersten dreieckigen und stärksten Theil dieser Aponeurose nannte Colles *ligamentum triangulare urethrae*, was unrichtig ist, indem es nur zwischen dem innern Rande des absteigenden Schambeinastes und dem obern Seitenrand des *bulbus cavernosus* liegt. Es würde hier viel besser *ligamentum bulbi urethrae* heifsen. Man trifft dieses starke Band immer sogleich, wenn man den dreieckigen Raum zwischen der Wurzel des *corpus cavernosum penis* und dem *bulbus cavernosus* von unten untersucht. In der Ebene dieses Bandes liegt nun der *musculus transversus perinaei profundus*. Untersucht man die Basis jenes dreieckigen Bandes zwischen dem absteigenden Schambeinast, aufsteigenden Sitzbeinast und dem *bulbus*, und hebt einige sehnige Querfasern auf, so findet man den *musculus transversus perinaei alter seu internus seu profundus*, welcher von dem aufsteigenden Aste des Sitzbeines quer entspringt, den hintern und gröfsten Theil jenes dreieckigen Raumes durchsetzt und sich an den obern Seitenumfang des *bulbus* befestigt. Auch in dem vordern

Theile jenes Bandes findet man oft noch einige zerstreute Muskelfasern zwischen den queren starken Sehnenfasern. Hinten grenzt dieser Muskel dicht an den tiefern Ursprung des *levator ani* von der innern Fläche des aufsteigenden Astes des Sitzbeines. Die Muskelfasern dieses kurzen, dünnen, aber breiten Muskels heften sich nicht blofs an den obern Seitenrand des *bulbus cavernosus* an, sondern die obere Schichte des dünnen platten Muskels setzt sogar über die Oberfläche des hintern Endes des *bulbus* hinter der Insertion der *pars membranacea* weg und kommt mit denen der andern Seite (zuweilen in einer Raphe) zusammen. Dieser obere Theil der Schichte des Muskels bildet also eine muskulöse Unterlage für die untere Fläche der *prostata* und eine muskulöse Decke des hintern Endes des *bulbus*, so dafs der Muskel die *prostata* heben, aber auch in Gemeinschaft mit dem *bulbo-cavernosus*, der den *bulbus* von unten und von den Seiten zusammendrückt, den *bulbus* comprimiren kann. Diese über die obere Fläche des hintern Endes des *bulbus* weggehende Schichte des *transversus perinaei profundus* scheint verkannt in den verwirrten Beschreibungen der mittlern Beckenfascie eine Rolle zu spielen, indem man die *pars membranacea* durch die mittlere Beckenaponeurose durchtreten läfst. Die *pars membranacea* durchbohrt weder eine Aponeurose, noch die obere Schichte des *transversus*, die auf dem hintern Ende des *bulbus* hinter der Insertion der *pars membranacea urethrae* in den *bulbus* liegt, sondern sie geht nur durch ihren eigenen Constrictor durch und senkt sich in die obere Fläche des *bulbus* vor seinem hintern Ende und vor der über den *bulbus* weggehenden Production des *transversus profundus*. Man kann den *transversus profundus* mit dem *musculus myhohyoideus* vergleichen; er bildet auch eine Art *diaphragma* im vordersten Theile der untern Beckenapertur, welches den obern Seitenrand des *bulbus* theils anfafst, theils über den *bulbus* weggeht. Dieses *diaphragma* schliefst denjenigen vordern Theil der untern Beckenapertur, welcher von dem eigentlichen *levator ani* nicht geschlossen wird und ist die Fortsetzung der tieferen Ursprünge des *levator ani* vom aufsteigenden Ast des Sitzbeines, während der Muskel einen Boden für die *prostata* bildet, deren Seiten von den vordern Rändern der hohen Ursprünge des *levator ani* umfafst werden.

Um sich eine deutliche Ansicht von diesem Muskel zu verschaffen, mufs man ihn sowohl von oben als von unten präpariren. Von oben legt man ihn blofs, wenn man zwischen *prostata* und *anus* bis auf den Grund ein-

dringt. Hier, wo die vorderen Ränder des *levator ani* vor dem After von beiden Seiten zusammenkommen, liegt vor dieser Commissur noch eine muskulöse Querschichte, welche nicht wie der vordere Rand der hohen Ursprünge des *levator* um die *prostata* herumgeht, sondern quer von einer Seite zur andern geht; diese muskulöse Scheidewand liegt auf dem hintern Ende des *bulbus* zwischen der Insertion der *pars membranacea* in den *bulbus* und dem vordern Rande des Afters. Es ist die obere Schichte des *transversus profundus,* welche man auch mit einem besondern Namen (*transversus bulbi*) bezeichnen könnte. Man sieht bei dieser Präparation, dafs diese auf dem *bulbus* liegende Lage von queren Muskelfasern auch mit einem vom aufsteigenden Aste des Sitzbeines zum vordern Seitentheil der *prostata* gehenden Bande zusammenhängt. Dieses Band, wovon bei dem folgenden Muskel mehr die Rede sein wird, entspringt nämlich dicht über dem Ursprung des *musculus transversus profundus* und geht aufwärts zum vordern Seitentheil der *prostata;* indem nun der *musculus transversus profundus* unter dem Bande an den obern Seitenrand des *bulbus* geht, entspringen diejenigen Muskelfasern, die wir eben *transversus bulbi* genannt haben, zum Theil noch von diesen Bändern.

III.

Von dem *ligamentum ischio-prostaticum* und *musculus constrictor istmi urethralis.*

Um die hier zu beschreibenden Theile gehörig zu untersuchen, mufs man sich ein Beckenstück von einer Leiche so zurecht schneiden, dafs man ganz bequem von oben in die Tiefe präpariren und observiren kann. Man schneidet die Darmbeine ab und nimmt auch den obern Theil des Kreuzbeines durch einen Querschnitt weg, so dafs man von oben und hinten die bequemste Einsicht in die *regio pubis* und *perinaei* von oben gewinnt. Man nimmt dann das *peritoneum* weg und erblickt die obere Beckenfascie, welche sich von der Oberfläche des *musculus levator ani* auf die *prostata* und die obere Seitenfläche der Urinblase schlägt. Als Verstärkung der obern Beckenfascie sieht man die *ligamenta vesicae anteriora seu pubo-vesicalia.* Schneidet man diese von der Symphyse der Schambeine ab und entfernt die obere Beckenfascie, so kann man die Urinblase von allen Seiten frei machen; ebenso lassen sich die Seiten der *prostata* von der innern Seite des vordern

Theiles und vom vordern Rande des *levator ani* trennen, dafs der Damm bis hinter die *prostata* und bis vor den Mastdarm frei wird. Unter den *ligamenta pubo-vesicalia,* zwischen diesen, der *prostata, pars membranacea urethrae,* Symphyse der Schambeine und dem vordern Rande des *levator ani* liegt ein Venengeflecht, *plexus pubicus impar, seu labyrinthus Santorini,* in welches die *vena dorsalis penis* und die tiefen Venen der *corpora cavernosa penis,* die zwischen den Wurzeln der *corpora cavernosa penis* hervorkommen, übergehen, und welches sich theils über die Seiten der *prostata* in die beiden *plexus prostatico-vesicales* fortsetzt, theils in die die *arteriae pudendae internae* begleitenden Venen, die sich unter dem *levator ani* verbergen, verlängert. Hebt man den mittlern Theil des Geflechtes oder den *plexus pubicus* von der Symphyse der Schambeine bis zur *prostata* schichtweise vorsichtig ab, so kommt man auf eine muskulöse Schichte von Querfasern, die den Raum von dem vordern Ende der *prostata* bis zum *ligamentum arcuatum pubis* einnehmen; dieses *planum musculare* ist vorn breiter, hinten schmäler an der *prostata* und ist zwischen zwei bogenförmigen Bändern eingespannt, welche unter dem vordern Rande des *levator ani* von aufsen heraufsteigen und sich an die Seiten des vordern Endes der *prostata* befestigen. Diese Bänder, *ligamenta ischio-prostatica,* müssen zuerst beschrieben werden. Jedes Band kommt also unter dem vordern Rande des *levator ani* zum Vorschein, entspringt, vom vordern Theil des *levator ani* bedeckt, in der Mitte zwischen dem aufsteigenden Aste des Sitzbeines und absteigenden Aste des Schambeines vom innern Rande dieser Knochen, über dem Ursprung des *musculus transversus perinaei profundus,* dessen obere über den hintern Theil des *bulbus* weggehende Fasern damit zusammenhängen, wie man sieht, wenn man den Grund zwischen der untern Fläche der *prostata* und dem Ende des Mastdarms untersucht. Dieses Band geht jederseits von unten und aufsen nach oben, innen und vorn um den vordern Rand des *levator ani* in die Höhe (Tab. I. fig. 1. 2. *a.*) und erreicht bogenförmig die Seite des vordern Endes der *prostata,* wo es sich inserirt, indem seine Fasern theils an der Seite der *prostata,* theils an der Seite der obern Fläche sich noch etwas verlängern. Von der obern Insertion dieses Bandes auf der Fascie der *prostata* entspringen auch noch einige der Längenfasern der Urinblase; diese Fasern gehören theils der Seite der Urinblase theils der Seite der obern Fläche derselben an. Das eben beschriebene Band darf mit dem *ligamentum*

prostatae des Santorini, welches er *observ. anat.* Tab. II. fig. 2. lit. N. N. abbildet und p. 198 beschreibt, nicht verwechselt werden. Denn Santorini's *ligamentum prostatae* ist was man jetzt *ligamenta pubo-vesicalia* nennt, doch findet sich unser *ligamentum ischio-prostaticum* auf *tab. posth.* XV. fig. 1. M. deutlich abgebildet, mit Angabe seiner Insertion am *ram. descendens oss. pub.*

Zwischen den beiden *ligamenta ischio-prostatica* liegt die *pars membranacea* der Harnröhre, vom vordern Ende der *prostata* zur Oberfläche des *bulbus cavernosus* gehend und beträchtlich vor dem hintern Ende des *bulbus cavernosus* in diesen sich einsenkend. Sowohl über als unter der *pars membranacea* sind Muskelfasern quer ausgespannt, die von einem *ligamentum ischio-prostaticum* zum andern brückenartig über die *pars membranacea* hinübergehen. Den ganzen muskulösen Apparat zwischen den *ligamenta ischio-prostatica* um die *pars membranacea urethrae* kann man ***musculus constrictor urethrae membranaceae seu constrictor isthmi urethralis*** nennen, und daran 3 Schichten unterscheiden: 1) eine obere Schichte zwischen den *ligamenta ischio-prostatica,* eine Brücke von Querfasern von dem *ligamentum arcuatum pubis* an bis auf die Oberfläche des vordern Endes der *prostata,* 2) eine untere viel schwächere Schichte zwischen den *ligamenta ischio-prostatica* unter der *pars membranacea urethrae,* 3) eine innere zwischen den vorhergehenden gelagerte Schichte von Cirkelfasern, welche um die *pars membranacea urethrae* herumlaufen, ohne von den *ligamenta ischio-prostatica* zu entspringen, *stratum circulare.*

Stratum superius. Tab. I. fig. 1. 2. *b.*

Dies ist eine ganz starke Lage von röthlichen queren Muskelfasern, ein ganzes *planum musculare,* vorn breiter, hinten schmäler, von dem *ligamentum arcuatum ossium pubis* an bis zur Oberfläche des vordern Endes der *prostata,* wo der Muskel am schmalsten ist. Über diesem Muskel liegt der *plexus venosus pubicus,* den man vorher vorsichtig weggenommen haben mufs, um diesen Muskel zu sehen. Zwischen der Insertion der *ligamenta pubo-vesicalia* und dem Anfang dieses Muskels am *ligamentum arcuatum* ist eine Distanz von mehreren Linien. In diesem Raume liegt eben der *plexus pubicus* oder das Labyrinth des Santorini. Die vordersten Querbündel entspringen noch nicht vom *ligamentum ischio-prostaticum,* sondern vor ihm

vom *ramus descendens ossis pubis* jeder Seite und laufen bogenförmig aufsteigend und dann wieder absteigend am hintern Rande des *ligamentum arcuatum pubis* (B) vorbei. Zuweilen sind sie an einen vom letzten Bande abgehenden sehnigen Streifen in der Mittellinie befestigt; dann sind diese Fibern getheilt und stellen zwei Schenkel eines Bogens dar. Dies ist indeſs nicht constant; in den meisten Fällen sind schon die vordersten Bündel des *constrictor superior* ganze Bogen und gehen ohne Unterbrechung zur andern Seite hinüber; und alle folgenden Bündel sind immer ganze Querbrücken, ohne Raphe in der Mittellinie. Nur die vordersten Querbündel entspringen vom *ramus descendens ossis pubis;* alle folgenden liegen durchaus zwischen den *ligamenta ischio-prostatica* über der *pars membranacea;* die hintersten schmalsten Bündel liegen schon auf der Oberfläche des vordern Endes der *prostata* und inseriren sich an den Verlängerungen der *ligamenta ischio-prostatica* auf die *prostata,* oder entspringen von der *fascia prostatae.* Diese scheint Santorini gesehen zu haben. *Observ. anat. p.* 199. *In cujus* (*prostatae*) *quidem priore facie, qua pectinis ossibus jungitur, non exiguos muscularium fibrarum fasciculos in lacertosis praesertim cadaveribus intextos observasse meminimus, quarum duplex incessus erat; aliae etenim lata superne basi in prostatae imum contrahebantur, ac velut inversam pyramidem exhibebant; aliae vero quasi transversim ductae subjectas fere ad decussim secabant.* Auf die schmalen Querbündel auf der Oberfläche des Anfangs der *prostata, tegmentum musculare prostatae,* folgen wieder breitere Bündel von bogenförmiger Gestalt mit nach hinten gerichteter Concavität. Diese bogenförmigen Bündel auf der Oberfläche der *prostata* sind von ganz anderer Beschaffenheit, als der *constrictor urethrae membranaceae,* nämlich blaſs, von der Farbe der Muskelfasern der Blase, während der *constrictor urethrae membranaceae* in seinem ganzen Verlauf und bis auf das vordere Ende der *prostata* röthlich aussieht, wie die Muskeln des animalischen Lebens.

Die bogenförmigen Bündel (Tab. I. fig. 1. 2. *c'*.) auf der Oberfläche der *prostata* laufen mit ihren Schenkeln nach rückwärts und auswärts, erreichen den Seitenrand der obern Fläche der *prostata* jedoch nicht und scheinen sich früher in die *fascia prostatae* zu inseriren; die hinteren (*c*) dieser bogenförmigen Bündel gehen sogar deutlich von der obern und Seitenfläche der *prostata* auf die Blase über und sind der Anfang derjenigen Längenfasern der Blase, die sich an den Seiten der Blase ausbreiten. Es gehören also die bogenförmigen

Bündel auf der Oberfläche der *prostata* grofsentheils schon der Blase oder dem Blasenhalse an. Stellt man sich mit Velpeau das Drüsengewebe der *prostata* zwischen der Schleimhaut des Blasenhalses und der Muskelschicht der Blase entwickelt vor, so begreift man dieses Verhältnifs sehr gut. Doch mufs man bemerken, dafs nur auf der Oberfläche der *prostata* Muskelfasern liegen; die Seitenflächen und die untere Fläche der *prostata* sind ganz von Muskelfasern frei ([1]).

Was den Ursprung der Längenfasern der Urinblase betrifft, so habe ich darüber folgendes hier gelegentlich zu bemerken:

a. Die Längenfasern der obern Fläche entspringen gröfstentheils von den *ligamenta pubo-vesicalia* (Tab. I. fig. 1. 2. *d.*), ferner auch aus den bogenförmigen Bündeln auf der Oberfläche der *prostata* (*c*).

b. Die Längenfasern der Seitenfläche der Blase entspringen aus den Seitenschenkeln der Bogen auf der Oberfläche der *prostata* (*c*), zum Theil auch von Verlängerungen der *ligamenta ischio-prostatica* in die *fascia prostatae*, von wo sie sich nach oben und unten ausspreizen.

c. Die Längenfasern der untern Fläche der Blase, welche die Fortsetzung der vom *fundus* der Blase umkehrenden übrigen Längenfasern sind, inseriren sich zwischen der untern Fläche des Blasenhalses und dem untern hintern Ende der *prostata* in der *fascia* derselben. Dafs die Blase keinen *sphincter* habe kann ich nicht annehmen. Zerschneidet man die Längenfasern am hintern Ende der obern Fläche der *prostata*, so kommt man auf einen deutlichen Ring von gehäuften Zirkelfasern. Santorini hat diese Schichte früher nicht gekannt und übersehen. Man mufs die oberflächlichen bogenförmigen Bündel hinter und auf der *prostata* wegnehmen, dann sieht

---

([1]) Velpeau hat diese Fasern ganz gut gekannt. Er sagt nämlich von der *prostata: Elle est enveloppée par une couche d'apparence charnue plus on moins distincte, comme confondue avec son tissu propre et dont la direction des fibres est longitudinale. Je les ai suivies bien des fois jusqu'à la vesie, dont elles me paraissent une dependance d'autant plus evidente, qu'on les cherche plus haut.* Santorini drückt sich noch besser aus: *Hae igitur transversae fibrae, quae frequentissimae sunt in priore cervicis facie sub nostro prostatae ligamento* (nämlich *lig. pubo-vesicale*) *ita eo loci inflectuntur, ut arcum potius, cujus cornua superiora spectant, quam orbem describere videantur. Observ. anat.* p. 203. Ferner *Tab. posth.* p. 167. *Hae praeterea fibrae, ubi a vesicae fundo, seu vertice ex priori facie ad ima deducuntur, luculentissimi feruntur in decussim, atque seu obtusi anguli, seu arcus in modum conformatae in adversum latus feruntur.*

man die Cirkelfasern. Von einer Verwechselung mit den *tubuli* der *prostata*, die Santorini dem Bianchi vorwirft, kann an dieser Stelle dicht hinter der *prostata* nicht die Rede sein. Später *Tab. posth.* sagt er, dafs er den *sphincter* in der *prostata* gefunden habe, *Tab. posth.* p. 176, wo er ihn ohngefähr, wie ich eben gethan, beschreibt.

Da der *constrictor urethrae membranaceae superior* zwischen den *ligamenta ischio-prostatica* nicht blofs die gewöhnliche Farbe der animalischen Muskeln sondern auch die mikroskopischen Querstreifen seiner Bündel hat und sich dadurch ganz von den Muskelfasern der Blase unterscheidet, so bin ich der Meinung, dafs nur der *constrictor urethrae membranaceae* entschieden zum animalischen System, zusammen mit den übrigen Dammmuskeln, gehöre. Am obern Drittheil der Speiseröhre grenzen die animalischen Muskelfasern des Schlundes, sich über den Anfang der Speiseröhre nach Schwann's Beobachtung verlängernd, auch an die organischen Muskelfasern der Speiseröhre.

Santorini scheint einige Kenntnifs von unserm *musculus constrictor urethrae membranaceae superior* gehabt zu haben. Denn dieser Muskel findet sich zum Theil in den *Tab. posth.* XV. fig. 1. o. und fig. 3. F. dargestellt, aber ohne alle Erklärung. In fig. 1. des Santorini sieht man ihn wohl nur auf dem Durchschnitt; denn er reicht viel weiter und ist bis zur *prostata* noch bedeckt. Girardi macht zu letzterer Figur die sehr richtige Anmerkung: *Praeter hosce Santorini sinus cum alias, tum etiam in praesentia mihi haec conscribenti fibrae tenues in latam veluti membranam fusae occurrunt, quae huic delineationi plurimum respondentes, ex interna processuum pubis et ischii facie supra urethrae isthmum in transversum excurrentes, in oppositum pubis latus contendunt, eo valenter insertae.* Wahrscheinlich gehören hieher auch die *muscles prostatiques superieurs* des Winslow. *Exposit. anatom.* p. 572. *Les muscles prostatiques superieurs sont de petits plans minces, attachés à la partie superieure de la face interne des petites branches des os pubis, d'ou ils vont se repandre sur les prostates et s'y attacher. Leurs attaches aux os pubis sont à coté de celle des muscles obturateurs internes.* Guthrie hat den Muskel sehr gut beschrieben; nur darin weichen meine Beobachtungen ab, dafs ich eine mittlere Raphe nicht, und nur ausnahmsweise vorfinde ([1]).

([1]) Guthrie *on the anatomy and diseases of the neck of the bladder and of the urethra. London* 1834. *On the upper part then is a central median line of tendon, which runs back-*

Stratum inferius.

Um diese Schichte zu sehen mufs man die *prostata* von hinten frei machen und sich zwischen *prostata* und Mastdarm bis auf den Grund des vordern Endes des *levator ani* hineinarbeiten. Schlägt man dann die Urinblase nach vorn über die Symphyse der Schambeine, so sieht man die untere Fläche der *prostata* und statt der untern Fläche der *pars membranacea urethrae*, eine dünne Schichte von Muskelfasern, welche ebenfalls von einem *ligamentum ischio-prostatae* zum andern hinübergehen. Hier ist der Verlauf der Fasern jedoch etwas anders als an der obern Fläche. Die stärksten und deutlichsten Muskelfasern kommen von dem Ursprung des *ligamentum ischio-prostaticum* oder vom *ramus descendens ossis pubis*, gehen aufwärts vorwärts an der untern Fläche des *ligamentum ischio-prostaticum* ihrer Seite hin, theils gegen die Seite des Anfangs der *prostata*, so dafs sie als Adductoren wirken, theils breiten sie sich auch bogenförmig an der untern Fläche der *urethra membranacea* gegen die der anderen Seite, mit denen sie zusammenkommen, aus. Auch von den *ligamenta ischio-prostatica* gehen Muskelfasern aus, die, zwischen diesen beiden Bändern quer ausgespannt, ebenso unter der *urethra membranacea* verlaufen, wie die früher beschriebenen über derselben liegen; sie sind nur sehr viel schwächer. Die hintersten dieser Muskelfasern gehen

---

wards to be inserted into the fascia covering the upper surface of the prostata, and again forwards on the urethra trough the triangular ligament to be inserted in front of it near the union of the corpora cavernosa. On the under part a similar tendinous line is to be observed, which is attached backwards to the fascia underneath the apex of the prostata and forwards to the central tendinous point in the perinaeum. The muscle on its upper surface is covered by fascia descending from the pubes which adheres to it, and this i take to be what Mr. Wilson described as the tendinous origin of his muscle and from which he supposed the fibres descended to surround the urethra, which they really do not. From the median tendinous line in the upper part of the urethra the fibres pass outwards an each side, converging towards the centre, where they forme a leg, as i term it, of muscular fibres. On the under surface the same thing takes place; and a leg on each side being thus formed from the superior and inferior fibres running from each half of the urethra, they pass outwardly, that is transversely across the perinaeum to be inserted into the ascending ramus of the ischium a little below its junction with the descending ramus of the pubis on each side, they are inclosed between the two layers of fascia forming what is commonly called the deep perineal fascia. Cowper's gland on each side lies under or posterior to the muscle an seems to be envelopped by it.

über das hintere Ende des *bulbus cavernosus* weg zur andern Seite und hängen mit dem *transversus profundus* zusammen; diese hinterste das *bulbus*-Ende von oben und hinten bedeckende Lage ist schon vorher unter dem Namen der tiefern oder obern Schichte des *musculus transversus perinaei profundus* beschrieben worden.

Santorini mufs ebenfalls einige Kenntnifs von dieser dünnen Schichte von Muskelfasern gehabt haben. Wenigstens glaubt man sie in *Septemdecim tab.* XV. fig. 1. i. zu erkennen, wo wieder die Beschreibung fehlt; es kann jedoch hier auch der *musculus transversus profundus* abgebildet sein. Vielleicht gehört auch fig. 3. I. hieher. Der *musculus prostaticus inferior* des Winslow, den er auch *transversus internus* nennt, scheint nicht die hier beschriebene muskulöse Schichte, sondern wirklich der *transversus internus* zu sein. Vielleicht aber gehört der *prostaticus superior* des Winslow, den wir schon oben bei dem *constrictor superior urethrae membranaceae* anführten, mit hieher. Der *compressor prostatae* des Albinus ist nicht hieher zu rechnen, wohl aber wahrscheinlich der *transversus prostatae* von Walter. Myol. Handb. Berlin 1784. p. 186. Walter sagt: er nimmt seinen Ursprung von der innern Seite des *rami ascend. oss. ischii* und befestigt sich seitwärts an die *prostatam.* Seiler beschreibt den *transversus prostatae* des Walter etwas weitläufiger. Er soll bedeckt vom Anfange des *levator ani* vom *ramus ascendens oss. ischii* entspringen, ohngefähr einen halben Zoll breit, abwärts rückwärts gehen, um sich verbunden mit den Fasern des *levator ani* theils an der Seiten- und hintern Fläche der *prostata,* theils am Blasenhals zu befestigen. Genau genommen pafst jedoch dies alles wenig auf die oben beschriebene zarte muskulöse Schichte, welche nicht blofs an das vordere Ende der *prostata,* sondern unter der *pars membranacea urethrae* zur andern Seite geht.

Stratum internum circulare.

Nach der bisherigen Beschreibung stellt der *constrictor urethrae membranaceae* eine doppelte Querschichte von Fibern dar, die beide zwischen den *ligamenta ischio-prostatica* liegen und wovon der obere über, der untere unter der *pars membranacea urethrae* weggeht. Es giebt indefs noch eine tiefere oder innere Schichte von Cirkelfasern um die *pars membranacea,* welche von den vorhergehenden bedeckt werden und nicht von den *ligamenta ischio-*

prostatica entspringen. Diese Schichte, welche dicht an der obern und untern Querschichte inwendig anliegt und hinwieder die *pars membranacea* dicht umgiebt, wird gesehen, wenn man die obere Querschichte durch einen Längenschnitt bis auf die *pars membranacea* theilt, wo man die letztere von dem dicht anliegenden Muskelgewebe an den Seiten frei macht. Man sieht dann sehr gut, dafs die innere Schichte des *constrictor urethrae membranaceae* nicht von den *ligamenta ischio-prostatica* entspringt, sondern an den äufseren Querschichten dicht anliegend, rund um die *pars membranacea* herumläuft. Diese Schichte reicht von dem *ligamentum arcuatum* bis zum vordern Ende der *prostata*, oder so weit als die obere Querschichte. Bei Santorini (*Septemdec. tab.* T. XV. fig. 4. C.) findet sich eine Abbildung, wo Santorini wahrscheinlich dasselbe Object vor sich gehabt hat, und welche sein Erklärer Girardi auch zu deuten wufste. Dieser sagt nämlich, als er die über die *urethra* weggehenden queren Muskelschichten aus eigener Beobachtung angegeben: *His aliae subsunt in orbem ductae, totumque urethrae isthmum adeo comprehendentes, ut hasce figura hujus Tab.* IV. *lit.* C. *Santorinum exhibere voluisse, conjectura assequi posse existimemus.*

Die zuletzt beschriebene innere Schichte des *constrictor urethrae membranaceae* ist von kleinen Venen sehr durchdrungen, so dafs sie dadurch ein etwas schwammiges Ansehen erhält. Dieses Ansehen erhält sie aber nur dann, wenn man sie nicht nach der Richtung der Fasern präparirt. Bei mikroskopischer Untersuchung kann man sich endlich ganz bestimmt überzeugen, dafs dieses nur scheinbar spongiöse und deutlich cirkelförmig gefaserte Wesen aus Muskelfasern besteht; indem man auf den kleinsten Bündelchen die characteristischen mikroskopischen dichten Querstreifchen aller animalischen Muskeln sieht.

Der *musculus constrictor isthmi urethralis* ist nicht blofs dem Menschen eigen, sondern ist auch bei den Säugethieren sehr deutlich und verhältnifsmäfsig noch viel mehr entwickelt, wie man beim Pferde, Hunde und bei den Nagern leicht sehen kann.

Erläuternde Bemerkungen.

James Wilson hat in den *medico-chirurgical transactions* Vol. I. London 1813, zwei Muskeln beschrieben, welche die *pars membranacea urethrae* umgeben sollen. Das Folgende enthält einen Auszug seiner Be-

schreibung. Sie haben eine dreieckige Gestalt, sind unterhalb der *pars membranacea* durch eine gemeinschaftliche Sehne verbunden, aber jeder hat einen besondern tendinösen Ursprung an der innern Seite der Symphyse der Schambeine. Die Sehne, anfangs rundlich, wird bald flach und steigt herab; sie ist am hintern Theil der Symphyse der Schambeine befestigt, beim Erwachsenen ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll über dem untern Rande des Schambogens (*above the lower edge of the cartilaginous arch of the pubis*) und fast ebenso weit unter der Befestigung des *ligamentum vesicae anterius*, mit welchem und der Sehne des correspondirenden Muskels die Sehne durch lockeres Zellgewebe verbunden ist. Die Sehne steigt zuerst in Contact mit der gleichnamigen andern herab, wird dann breiter und giebt Fleischfasern ab, welche an Breite zunehmen und nahe der obern Fläche der *pars membranacea urethrae* sich von denen der andern Seite trennen, sich an den Seiten der *pars membranacea* in ihrer ganzen Länge ausbreiten, dann sich unter dieselbe begeben und in einer tendinösen Mittellinie mit denen der entgegengesetzten Seite zusammenkommen. Die Sehne, welche die beiden Muskeln unter der *pars membranacea urethrae* verbindet, sehe man deutlich von der Spitze der *prostata* unter der *pars membranacea* bis zum *corpus spongiosum penis*. Die Fleischfasern, welche sich von dem *ligamentum vesicae anterius* über die *prostata* ausbreiten, seien ganz verschieden von dem Wilsonschen Muskel. Diese Muskeln seien nicht bemerkt worden, weil ihre Fasern etwas in der Richtung der *levatores ani* verlaufen, von welchem man sie jedoch durch blofse Trennung des Zellgewebes absondern könne. Kleine Venen von den Seiten der Urinblase und *prostata*, die mit der *vena dorsalis penis* zusammenhängen, sollen unveränderlich in dem Raum zwischen den Wilsonschen Muskeln der Harnröhre und dem vordern Rande der *levatores ani* durchgehen. Zuweilen beobachte man allerdings eine kleine Vermischung der Fasern der Wilsonschen Muskeln unter dem Durchgang dieser Venen, aber nie mehr als man es oft finde zwischen sich berührenden Muskeln und die man als getrennte beschreibe. Am angeführten Ort sind diese Wilsonschen Muskeln abgebildet.

Die Anatomen haben die Beschreibung des Wilsonschen Muskels zum Theil, wie Meckel, aufgenommen; aber nur wenige scheinen sich die Mühe genommen zu haben, diese Beschreibung zu prüfen. Diese Gleichgültigkeit läfst sich nur aus der Vorstellung erklären, dafs, wenn auch an

der bezeichneten Stelle keine besonderen Muskeln vorhanden sein sollten, man doch den vordersten Theil der *levatores ani* dafür in Anspruch nehmen könne. In der That betrachten viele Anatomen nur den vordersten Theil der *levatores ani* als die Wilsonschen Muskeln. Da ich in der grofsen Anzahl der Leichen, in welchen ich den oben beschriebenen *constrictor urethrae membranaceae* mit aller Sorgfalt präparirt habe, nie einen mit dem vordern Rande des *levator* parallel laufenden Wilsonschen Muskel gesehen habe, so mufste ich auf den Gedanken kommen, dafs Wilson den *constrictor urethrae membranaceae*, der nichts weniger als mit dem vordern Rande des *levator* parallel läuft, gar nicht gekannt habe, und dafs er in der That nur das vordere Ende des *levator* für einen besondern Muskel beschrieben habe.

Dafs Wilson den wahren *constrictor* nicht gekannt hat, geht offenbar aus dem Umstande hervor, dafs der Wilsonsche Muskel unter der *pars membranacea urethrae* herumgehen soll, während der gröfste Theil unseres *constrictor urethrae membranaceae* gerade über der *pars membranacea* gelegen ist. Aber auch die Ansicht, dafs Wilson den vordersten Theil des *levator ani* für seinen Muskel genommen habe, läfst sich nicht durchführen; denn Wilson sagt bestimmt, dafs kleine Venen, die mit der *vena dorsalis* zusammenhängen, zwischen dem vordern Rande des *levator* und dem Wilsonschen Muskel durchgehen; diese Venen gehen aber in der That zwischen dem vordern Rande des *levator* und dem Rande unseres *constrictor urethrae membranaceae* durch. Es ist daher wahrscheinlich, dafs Wilsons Beschreibung nur durch eine fehlerhafte Präparation von der Seite entstanden ist, wo er mit der Wegnahme des *ramus descendens ossis pubis* einer Seite zugleich das *ligamentum ischio-prostaticum* wegnahm. Niemals als durch fehlerhafte Präparation, durch theilweises Verschneiden des ganzen *constrictor urethrae membranaceae* kann man einen solchen Muskel darstellen, wie ihn Wilson abgebildet hat, und niemals lassen sich, wenn man nicht den vordersten Theil des *levator* dafür nimmt, zwei sehnige Ursprünge zwischen *ligamenta pubovesicalia* und *ligamentum arcuatum* darstellen, von welchen zwei anfangs parallele, hernach die *pars membranacea* umgreifende Muskel ausgehen. Diese Fehler sind nicht verbessert in der Abbildung, welche Velpeau in der neuen Ausgabe seiner chirurgischen Anatomie von dem Wilsonschen Muskel gegeben. Da der wesentlichste und stärkste Theil des *constrictor urethrae membranaceae*, nämlich das über der *pars membranacea* weggehende *stratum superius*,

bei Wilson unerwähnt ist, da das unter der Harnröhre weggehende *stratum* nicht, wie er darstellt, von oben entspringt, sondern auch zwischen den *ligamenta ischio-prostatica* ausgespannt ist, da endlich das um die Harnröhre rund herumlaufende *stratum internum* nicht oben zwei sehnige Ursprünge hat, sondern circulär ist, so weichen die Beobachtungen von Wilson von den meinigen ganz ab, mit welchen hingegen diejenigen von Santorini, Girardi und Guthrie übereinstimmen.

Meckel giebt die Beschreibung Wilson's wörtlich wieder, und es scheint, dafs er diesen Gegenstand nicht selbst untersucht hat. Charles Bell (*the anatomy and physiology of the human body. 7 ed.* Vol. I. Lond. 1829. p. 380.) drückt sich vorsichtig aus. *There is a muscle described by Mr. Wilson, as a levator or compressor urethrae. The origine of this muscle is from the arch of the pubis and its fibres run around the membraneous part of the urethra, being inserted on the lower part into each other: it is situated between the Cowper's gland and the levator ani, being separated from the last muscle by a thin fascia and some smale veins. In order to make out this muscle distinctly and with as large a tendon as Mr. Wilson describes it, it is necessary to sacrifice several of the fasciae.* Auch bei dieser Beschreibung ist das *stratum superius* unerwähnt, welches nicht herabsteigt, sondern sich brückenförmig über die *pars membranacea* wölbt, und der Ursprung des Muskels ist so angegeben, so dafs man eher an die unter der *pars membranacea* weggehende *portio inferior* unseres *constrictor,* der von dem *ligamentum ischio-prostaticum* aus zur andern Seite geht, denken kann.

Die einzigen anderen Anatomen, welche sich auf eine Beschreibung dieses problematischen Wilsonschen Muskels nach eigener Untersuchung eingelassen haben, sind Seiler und Velpeau. Seiler (Pierer's med. Realwörterbuch) beschreibt den Wilsonschen Muskel folgendermafsen: An der hintern Fläche der Schambeinvereinigung entspringen diese Muskeln von beiden Seiten kurzsehnig nebeneinander; sie gehen schräg abwärts und rückwärts; so wie sie an den häutigen Theil der Harnröhre gekommen sind, so trennen sich die Muskelfasern, ein Theil umgiebt die Harnröhre, ein anderer Theil geht aufwärts zu der Muskelhaut der Harnblase. Zwischen ihnen und dem vorderen Rande des *levator ani* liegt ein kleines Venengeflecht, welches unter dem Schamknochen hervorkommt. In

dieser Beschreibung ist einiges wie bei Wilson, unter andern das Venengeflecht in Hinsicht des *situs* des Muskels; anderes ist eigenthümlich, nämlich die Fortsetzung des Muskels in die Muskelfasern der Blase. Wäre das Venengeflecht nicht angegeben, so könnte man vermuthen, daſs Seiler nur denjenigen vordersten Theil des *levator* vor sich gehabt habe, der öfter noch vom *ligamentum pubo-vesicale* mit entspringt, indem dieſs Ligament auch den Längenfasern der Blase zum Theil zum Ursprung dient.

Velpeau sagt: auſser dieser Art von Muskelhülle (der *prostata*) nimmt die *prostata* an ihrer obern Fläche noch zwei kleine Muskelfascikel auf, welche dem *m. levator ani* angehören, sich hinter der *symphysis ossium pubis* von ihm trennen, um fast perpendiculär auf den Ursprung der *pars membranacea urethrae* herabzusteigen; sie sind in England unter dem Namen *musculi Wilsonii* bekannt. *Traité complet d'anatomie chirurgicale.* 2 *edit.* T. 2. p. 279. Pl. VIII. 16. Dieser hier abgebildete Muskel kann nichts anderes als der vorderste Theil des *levator ani* sein, diejenige Portion, welche noch zugleich vom *ligamentum pubo-vesicale* entspringt. Der innere Rand dieser vordersten Portion des *levator ani* ist bloſs mit der Seite des vordern Endes der *prostata* verwachsen. Trennt man diese Verwachsung, so bleibt das Muskelbündel unverletzt und schlieſst sich den übrigen Bündeln des vordern Theiles des *levator ani* an, welche nach unten und hinten um die *prostata* ganz herumgehen und vor dem *anus* denen der entgegengesetzten Seite begegnen. Nur durch eine künstliche Präparation bleibt dieses Muskelbündel am Seitenumfang des vordern Endes der *prostata* sitzen und verläuft dann so, wie es in der Abbildung von Velpeau dargestellt ist. Ich habe den Wilsonschen Muskel wohl in 30 muskulösen Leichen aufgesucht und ihn niemals finden können, wenn ich nicht den Anfang des *levator ani* dafür nehmen wollte. An einer andern Stelle der angeführten Schrift (p. 292) giebt Velpeau von der muskulösen Umgebung der *pars membranacea* eine andere Beschreibung. *Elle (la portion membraneuse de l'urètre) est enveloppée par un prolongement de la gaine prostatique qui lui donne beaucoup plus de force et de resistance qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord. Plus immediatement on trouve une veritable tunique charnue tantôt forte et très distincte, tantôt au contraire, comme transformée en tissu jaunâtre et dont la composition est assez remarquable pour mériter qu'on s'y arrête un moment. Les fibres les plus exterieures, verticales dependent*

evidemment de l'epanouissement du muscle de Wilson, qui prenant son point fixe derrière les pubis peut tirer l'urètre en haut, mais sans le comprimer d'une manière très prononcée. Les plus profondes, paralleles à la direction du canal paraissent être la continuation de celles qui entourent la prostate et venir du col de la vessie. Etant croissées par d'autres fibres annulaires l'urètre peut être fortement retréci et repousser la sonde ou le cathéter qu'on cherche à conduire dans la vessie. Les glandes de Cowper sont enveloppées dans ces fibres ect.

Auch in dieser Beschreibung des verdienstvollen Autors des trefflichen Handbuchs der chirurgischen Anatomie kann ich den von mir beobachteten Bau der muskulösen Hülle der *pars membranacea urethrae* nicht wiedererkennen.

II. Abschnitt.

Von den organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane bei dem Menschen und den Säugethieren.

Nachdem ich die Thatsache gefunden, dafs die *arteriae helicinae*, Zweige der *arteria profunda penis*, von den ernährenden Zweigen dieses Gefäfses verschieden sind (Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1835) stellte ich mir die Frage, ob die Nerven des *penis* von einerlei oder verschiedener Beschaffenheit sind, ob sie blofs dem animalischen oder auch dem organischen Nervensystem angehören, ob diejenigen Nerven, von welchen die Wollust-Empfindungen des *penis* abhängen, ihrer Natur nach verschieden sind von denjenigen, welche die Anhäufung des Blutes in den *corpora cavernosa* bewirken. Ich bin so glücklich gewesen, sowohl beim Menschen als beim Pferde zu finden, dafs das organische Nervensystem zugleich mit dem animalischen die Nerven der cavernösen Körper zusammensetzt, während das animalische Nervensystem allein die Empfindungsnerven des männlichen Gliedes abgiebt.

Die vorderen cavernösen Nerven des Pferdes, welche vor der Symphyse der Schambeine in das *corpus cavernosum penis* eindringen, sind Äste der *nervi dorsales penis*. Die hinteren, welche unter und hinter der Sym-

physe in die Wurzeln der *corpora cavernosa* eindringen, werden sowohl durch Zweige des *nervus pudendus*, als durch Zweige des *plexus hypogastricus n. sympathici* zusammengesetzt und das organische Nervensystem hat durch den *plexus hypogastricus* ebensoviel Antheil an diesen Nerven, als der *nervus pudendus*. An der Seite der Urinblase gehen viele feine Zweige des *plexus hypogastricus* gegen den Blasenhals vorwärts, die sich auf ihrem Wege öfter verbinden und wieder theilen oder geflechtartig zusammenhängen. In diesem vom *plexus hypogastricus* abhängigen Geflecht, an der Seite des Blasenhalses und der *prostata*, liegen mehrere kleine Ganglien durch gröfsere oder kleinere, oft sehr grofse Zwischenräume von einander getrennt, von $\frac{1}{2}$ bis 2, 3 und mehr Linien Durchmesser. Von diesen Ganglien gehen Zweige zur *prostata* und zum Blasenhalse und durch sie gehen die vom *plexus hypogastricus* zu den cavernösen Nerven bestimmten grauen Nervenfäden hindurch, worauf sie wieder geflechtartig weiter gehen. Ehe diese Nerven bis hinter die Symphyse der Schambeine gelangen, verbinden sie sich in der Gegend des Blasenhalses mit Ästen des *nervus pudendus*. Durch diese Verbindung entstehen nun mehrere stärkere Nerven, die hinteren cavernösen Nerven, von welchen ich gegenwärtig allein handele. Nämlich mehrere stärkere auf diese Art gebildete Nerven, wovon ich im vorliegenden Fall 4 dickere und 2 dünnere zählte, gehen schon unter und hinter der Symphyse der Schambeine in die Wurzeln des *corpus cavernosum penis* ein, theils mit der *arteria profunda penis*, theils an anderen Stellen. Ich bemerke ausdrücklich, dafs weder die hinteren cavernösen Nerven, noch die vorderen vom *nervus dorsalis penis* entspringenden bei ihrem Durchtritt durch die fibröse Hülle der *corpora cavernosa* Anschwellungen bilden.

Beim Menschen hängt ein noch viel gröfserer Theil der cavernösen Nerven mit dem *plexus hypogastricus* zusammen, und die Zahl der Zweige, welche allein vom *n. dorsalis penis* kommen, ist viel kleiner als beim Pferd. Bisher hat man nur die cavernösen Zweige des *n. dorsalis* gekannt. Die Auffindung der fraglichen Communicationen beim Pferd ist so leicht, dafs man die Hauptsache innerhalb einiger Wochen darlegen kann; dagegen erfordert die Präparation der cavernösen mit dem *plexus hypogastricus* zusammenhängenden Nerven beim Menschen eine ganz aufserordentliche Geduld und ein befriedigendes Präparat derselben mit dem *plexus hypogastricus* kann

erst in einem Zeitraum von mehreren Monaten vollendet werden. Die ganz starken cavernösen Nerven findet man leicht vor und unter der Symphyse der Schambeine, nachdem diese vorsichtig ausgeschnitten worden; aber das Schwierige ist die Verbindung derselben mit dem *plexus hypogastricus* darzustellen. Ich suchte im Sommer 1834 die Zweige des *nervus dorsalis penis* zu den *corpora cavernosa* auf, von welchen ich mit den anderen Anatomen glaubte, dafs sie ihre Nerven allein von den *nervi dorsales penis* erhalten. Hierbei traf ich an der Wurzel des *penis* auf eine ganz ansehnliche Zahl grauer Nervenfäden, welche zum Theil schlingenartig von der rechten und linken Seite zusammenhängend zwischen den *vasa dorsalia* vorwärts giengen, um sich bald mit Zweigen der *nervi dorsales* zu verbinden, zum Theil aber an der Wurzel des *penis* schon in die Tiefe drangen. Als ich die Stämmchen dieser grauen Nerven rückwärts verfolgte, war ich sehr erstaunt, dafs die Stämmchen nicht von den *nervi dorsales* abgehen, sondern in ganz abweichender Richtung gegen die Seite des Anfanges der *prostata* unter dem hier liegenden Venengeflecht rückwärts gehen. Einer von diesen Nerven ist hier besonders stark. Vor der *prostata* gehen nun diese Nerven in ein Geflecht von weichen wieder feineren organischen Nerven über, welches theils in der fleischartigen Hülle der *pars membranacea urethrae* verborgen liegt, theils zwischen *prostata* und *levator ani* nach rückwärts sich fortsetzt. Dieses Geflecht der cavernösen Nerven hängt mit Zweigen des *nervus pudendus* innerhalb der fleischartigen Hülle der *pars membranacea urethrae* und am Anfang der *prostata* zusammen; die mehrsten Zweige dieses Geflechtes gehören aber den organischen Nerven an. Diese setzen sich nun in viele feine Fäden zerspalten an der Seite der *prostata*, zwischen dieser und dem *levator ani* nach rückwärts fort, hängen wieder geflechtartig an der Seite der *prostata* zusammen und treten am hintern Ende der *prostata*, noch weit vor dem *plexus hypogastricus*, durch mehrere kleine Ganglien, *ganglia pudenda*, welche theils wieder unter sich zusammenhängen, theils Zweige zum hintern, seitlichen und obern Theil der *prostata* geben. Die Ganglien sind theils oval, theils dreieckig, theils länglich. Von diesen Ganglien setzen sich die Fäden theils gegen den *plexus hypogastricus* fort, theils gegen den Ursprung des dritten und vierten Sacralnerven, in welchen sie enden. Die Ganglien entstehen also durch Verbindung theils von organischen, theils von animalischen Nerven, obgleich die ersteren bei weitem vorwiegen. Man verfährt bei der Präparation der

fraglichen Nerven am zweckmäſsigsten so, daſs man die cavernösen Nerven zuerst an der Wurzel des *penis* an den Stellen aufsucht, wo die meisten sich in die *corpora cavernosa* einsenken, nämlich unmittelbar vor und unter der Symphyse der Schambeine. Vor der Symphyse, zwischen der *vena dorsalis* und den *arteriae dorsales,* findet man sehr bald einige graue Nerven, von denen aus man nun rückwärts geht, nachdem die Wurzel des *penis* sehr vorsichtig von der darüber liegenden Symphyse der Schambeine, die man aussägt, befreit worden. Ist man bis auf die Stämmchen der cavernösen Nerven gekommen, so verfolgt man sie durch die fibröse Masse, welche das Venengeflecht unter und hinter der Symphyse einhüllt, nach rückwärts bis vor die *prostata,* wo sie sich wieder feiner zu zertheilen anfangen und das genannte Geflecht bilden. Nun ist es gut das Präparat einige Zeit in Weingeist liegen zu lassen, damit man die feinen Nerven von ihren Umgebungen besser unterscheiden kann. Dann kann man nun vor der schwierigsten Arbeit den *plexus hypogastricus* von hinten her heraussetzen, so daſs man jetzt von hinten nach vorn gegen das Geflecht der cavernösen Nerven vorschreitet. Die Ausarbeitung der Verbindungen selbst ist sehr schwer und erfordert die meiste Geduld. Denn die Verbindungsfäden zwischen dem *plexus hypogastricus* und dem cavernösen Geflecht sind zahlreich, aber sehr fein.

Aus dem *plexus cavernosus,* der durch die vom *plexus hypogastricus* und die vom *n. pudendus* herkommenden Wurzeln zusammengesetzt wird und theils zwischen *levator ani* und *prostata,* theils in der fleischartigen Hülle der *pars membranacea urethrae* liegt und am vordern Ende der *prostata* am stärksten ist, kommen nun die *nervi cavernosi,* mehrere kleinere und ein stärkerer. Diese stehen unter sich und mit Zweigen des *nervus dorsalis penis* in Verbindung, und treten theils unter der *symphysis ossium pubis,* theils bald vor derselben in das *corpus cavernosum penis,* theils mit der *arteria profunda penis,* theils durch besondere Öffnungen der fibrösen Hülle. Einige Zweige verbinden sich mit dem *nervus dorsalis* selbst, andere mit den cavernösen Nerven der entgegengesetzten Seite und mit Zweigen des *nervus dorsalis* der andern Seite, wodurch ein die *vena dorsalis* begleitendes Geflecht entsteht, wovon an verschiedenen Stellen Zweige in die *corpora cavernosa penis* treten. Andere von den Zweigen des *plexus cavernosus* verbinden sich mit Zweigen des *nervus dorsalis* und steigen am hintern Theile des *penis* über

das *corpus cavernosum penis* herab, um in der Furche zwischen diesem und dem *c. cavernosum urethrae* in das letztere sich zu verzweigen.

Die *nervi dorsales penis* sind gegen alle diese Nerven ganz weifs, gehen an der Seite der *arteriae dorsales* vorwärts, schicken auch mehrere kleine Zweige in das *corpus cavernosum.* Ihre Verbindungen in der Mittellinie durch communicirende Fäden werden beim Menschen so bewirkt, dafs Fäden, die von dem *plexus cavernosus* herkommen, daran Antheil haben. Der bei weitem gröfste Theil der Zweige der *nervi dorsales* ist der Eichel, wenigere der Haut des *penis* und der Vorhaut bestimmt. Von ihnen hängen die Empfindungen in diesen Theilen ab.

I.

Beschreibung der cavernösen Nerven nach einem Präparat vom Pferde. Taf. II.

Obgleich diese Nerven in einer Reihe hintereinander theils unter der Symphyse der Schambeine, theils vor derselben in die *corpora cavernosa penis* eindringen, so kann man diese Nerven doch in 2 Abtheilungen bringen, nämlich 1) in diejenigen, welche mit dem *plexus hypogastricus* des *nervus sympathicus* zusammenhängen, diese liegen noch unter und hinter der *symphysis ossium pubis* und 2) diejenigen, welche blofse Äste des *nervus dorsalis penis* sind, diese gehen vor der *symphysis ossium penis* an verschiedenen Stellen von dem *nervus dorsalis penis* ab.

1) Die hinteren cavernösen Nerven des *penis,* welche mit dem *plexus hypogastricus* zusammenhängen. Diese Nerven werden durch Wurzelzweige verschiedener Art, nämlich animalischer Art, aus dem *nervus pudendus* und durch Zweige des *plexus hypogastricus* zusammengesetzt und das organische Nervensystem hat durch diesen *plexus* ebenso vielen Antheil an ihrer Bildung, als das animalische. Der *plexus hypogastricus* des Pferdes entsteht aus fortlaufenden Fäden des *plexus aorticus* und *plexus mesentericus inferior.* Von der Ursprungsstelle der *arteria mesenterica inferior* gehen aus diesen Geflechten namentlich 2 starke und einige schwächere Nerven in das Becken hinab; jeder dieser starken Nerven bildet mit den schwächeren zusammen und mit Ästen des dritten Sacralnerven den *plexus hypogastricus,* von welchem Zweige auf den Harnleiter, die Samenblase und den *ductus deferens* gehen; der gröfste Theil des Geflechtes geht aber zur Harnblase, zum Mastdarm und zum *plexus prostaticus.* Die auf den Mastdarm übergehenden Zweige enthalten keine

Ganglien. Aber in dem langen und breiten Geflecht, welches an der Seite der Urinblase zur *prostata* hin sich ausbreitet und viele Zweige in die anliegenden Theile schickt, liegen am Blasenhalse und an der Seite der *prostata* viele graurothe Ganglien von theils rundlicher, theils spindelförmiger, theils pyramidaler Gestalt. Taf. II. *α β γ δ ε ζ η ϑ ι.* Die Knoten liegen schon sehr weit von dem übrigen Theil des *plexus hypogastricus* entfernt. Dieser Knoten, welche ich von den Schriftstellern nicht erwähnt finde, sind gegen 9 kleine und gröfsere, die kleineren nur 1 Linie grofs, die gröfseren 2 bis 3, das gröfste pyramidale am Seitentheil des Blasenhalses, wo überhaupt die meisten zusammenliegen, gegen 6 Linien lang. Die Knoten nehmen von verschiedenen Richtungen her Zweige des an der Harnblase liegenden Theiles des *plexus hypogastricus* auf und schicken wieder Zweige in neuen Ordnungen nach vorwärts und seitwärts aus. Die vom *plexus prostaticus* zu den cavernösen Nerven des *penis* tretenden Zweige kommen alle aus solchen Knoten und einige gehen durch mehrere kleinere graurothe Anschwellungen hindurch. Man kann 4 gröfsere gegen $\frac{3}{4}$ Linie dicke und mehrere kleinere hintere cavernöse Nerven unterscheiden. Ich beschreibe sie nach der Ordnung, wie sie in die fibröse Haut der *corpora cavernosa penis* eintreten, also nach der Reihe von hinten nach vorn.

Der hinterste grofse cavernöse Nerve (Taf. II. 1.) *N. cavernosus major postremus* ist nach seiner Bildung aus mehreren Wurzeln des animalischen und organischen Nervensystems $\frac{3}{4}$ Linie dick und 2 Zoll lang; er liegt unter und hinter der Symphyse der Schambeine über dem *bulbus* der Harnröhre. Er entsteht mit mehreren Wurzeln, die sich unter einander vereinigen. Es sind mehrere Nervenwurzeln vom *nervus pudendus* (1'''') und mehrere Wurzeln aus einem Geflecht von feinen organischen Fäden vom *plexus prostaticus*. In diesem letztern Geflecht unterscheidet man 2 längere dünne organische Nerven 1' und 1''. Der erstere theilt sich am vordern Ende der Urinblase bald wieder in 2 Fäden, welche divergirend nach rückwärts gehen und mit anderen organischen Nerven des *plexus prostaticus* zusammenhängen. Der zweite geht rückwärts, hängt bald durch Schlingen wieder mit den Wurzeln der anderen cavernösen Nerven zusammen und weiter nach rückwärts fortgehend, hängt er durch geflechtartig sich ausbreitende Zweige mit dem *plexus prostaticus* und mehreren seiner Knoten (*α β γ δ.*) zusammen. Durch

den *plexus prostaticus* und seine Knoten sind diese organischen Wurzeln wieder mit dem *plexus hypogastricus* verbunden.

Der *nervus cavernosus major postremus* tritt in die fibröse Scheide des *corpus cavernosum* unter der Symphyse, gerade wo sich die beiden Wurzeln der *corpora cavernosa penis* eben verbinden, mit 3 Zweigen nahe der Mittellinie des Körpers ein.

Der *nervus cavernosus posterior major secundus* (2) liegt neben dem vorhergehenden und ist ebenso dick und lang. Er senkt sich dicht dahinter ein mit einem grofsen und einem kleinen Zweig neben der Mittellinie; er steht mit dem Stamm des hintersten grofsen cavernösen Nerven in Verbindung. Dieser Nerve entspringt mit mehreren Wurzeln aus dem *nervus pudendus* und ebenso starken Zweigen aus dem *plexus prostaticus* $2'$ $2''$ $2'''$ $2''''$. Die letzteren hängen mit den organischen Wurzeln des vorhergehenden cavernösen Nerven zusammen, vorzüglich sind aber 2 organische Wurzeln ($2'$ und $2''''$) von diesem Nerven zu bemerken, die sich rückwärts bald mit mehreren anderen grauen Nerven verbinden. Diese Wurzeln hängen am Halse der Urinblase mit den kleineren Knoten und den 5 bis 6 Linien langen pyramidalen, dicht dabei liegenden Knoten β γ. zusammen. Aus diesen kleineren und dem pyramidalen Knoten γ., dessen Spitze vorwärts und dessen 3 Linien breite Basis rückwärts gewandt ist, gehen Zweige hervor, die sich mit Zweigen des *n. pudendus* verbinden und in die Häute des Blasenhalses und in die *pars membranacea* eindringen. An den vom cavernösen Nerven zu den vorher erwähnten Knoten tretenden Wurzelzweigen befinden sich, ehe sie zu diesen Knoten kommen, noch mannigfaltige Verbindungen.

Der dritte *nervus cavernosus posterior major* (3) ist ebenso stark als die vorhergehenden. Er tritt dicht vor dem vorhergehenden unter der *symphysis ossium pubis*, dicht neben der Mittellinie, in das *corpus cavernosum* auf seiner Seite ein. Er entspringt mit einer starken langen Wurzel aus dem Ruthen-Ast des *nervus pudendus*. Dieser Nerve hängt am wenigsten mit dem *plexus hypogastricus* zusammen, nämlich nur durch die zum vorhergehenden Nerven gehenden organischen Zweige, die sich mit ihm verbinden. Der Nerve steht übrigens mit Fäden von dem vorhergehenden *nervus cavernosus* dicht vor seinem Eintritt in das *corpus cavernosum* in Verbindung. Auch der folgende *nervus cavernosus* (4), welcher schon kleiner ist und mit 3 starken Wur-

zeln vom Ruthen-Ast *nervus pudendus,* einer sehr weit hinten abgehenden entspringt, hat nur mittelbare feinere Verbindungen mit dem *plexus hypogastricus* durch das cavernöse Geflecht, welches alle diese cavernöse Nerven an ihren Wurzeln verbindet. Er tritt an der Stelle ein, wo der Ast der *arteria obturatoria* in das *corpus cavernosum penis* tritt, also mehr nach aufsen als die anderen. Hierauf folgen 2 kleine *nervi cavernosi, nervi cavernosi posteriores minores* (5). Sie treten an derselben Stelle in das *corpus cavernosum penis.* Sie entstehen mit dünnen Wurzeln vom *nervus pudendus* unter dem Schambogen und zwar vom *ramus dorsalis* des *nervus pudendus.* Sie bilden zusammen ein kleines Geflecht um die Eintrittsstelle des *ramus pudendus* der *arteria obturatoria,* hängen hier auch mit dem vorhergehenden cavernösen Nerven zusammen und erhalten einen starken und langen organischen Nerven (5''), der vom *plexus hypogastricus* der entgegengesetzten Seite herkommend unter der *symphysis ossium pubis* schief über die Mittellinie wegsetzt und sich mit diesem Geflechte verbindet. Aus dieser Verbindung treten 2 Nerven in das *corpus cavernosum penis* unter der Symphyse mit den Zweigen des *ramus pudendus* der *arteria obturatoria* ein. Der eine hängt mit dem mittlern hintern cavernösen an der Eintrittsstelle des letztern zusammen.

2) Die vorderen cavernösen Nerven des *penis,* welche allein aus dem *nervus dorsalis penis* entspringen. Diese treten vor der Symphyse der Schambeine an verschiedenen Stellen der Länge des *penis* in das *corpus cavernosum penis.* Die meisten sind dünnere Nerven, von denen ich an der kleinen abgebildeten Strecke allein gegen 8 Zweige unterschied, die hinter einander eintreten, vorher aber geflechtartig unter einander zusammenhängen. Aber 3 bis 4 Zoll von der Symphyse treten noch zwei starke *nervi cavernosi anteriores majores* ein, der eine in die obere Fläche, der andere an der Seite des *corpus cavernosum.* Von vielen sehr feinen Zweigen, welche auf der obern und Seitenfläche des *corpus cavernosum penis* sich verbreiten und Zweige zu dessen fibröser Hülle schicken, bleibt es zweifelhaft, ob sie ins Innere der *corpora cavernosa* eintreten.

An keinem einzigen der cavernösen Nerven, sowohl der vorderen als der hinteren mit dem *plexus hypogastricus* zusammenhängenden, habe ich bei dem Durchtritt durch die fibröse Hülle des *corpus cavernosum* gangliöse Anschwellungen bemerken können.

II.

Die cavernösen Nerven des Menschen.

In Hinsicht der bekannten Zweige des *plexus hypogastricus* werde ich mich kurz fassen. Er giebt bekanntlich theils Zweige zum Mastdarm, theils zur Urinblase, *prostata*, zum Ureter, zum Samenbläschen. Weniger bekannt ist eine von diesem Geflecht abgehende Fortsetzung auf den *ductus deferens*, welche von Götz schon angedeutet wurde. Mein hochverehrter College Schlemm hat beobachtet und es liegt in einem kostbaren Präparate vor Augen, dafs ein eigener ziemlich starker Nerve vom *plexus hypogastricus* auf den *ductus deferens* übergeht und diesen durch den Bauchring bis zu dem Hoden begleitet. Die Nerven des Hodens kommen also nicht blofs von demjenigen *plexus spermaticus internus*, welcher die *arteria spermatica interna* begleitet. Ein grofser Theil der feinsten Zweige des *plexus hypogastricus* ist dem prostatischen und cavernösen Geflecht bestimmt. Es ist auffallend, dafs die cavernösen organischen Nerven, welche bestimmt sind ins Innere des erectilen Gewebes einzutreten, nicht die Blutgefäfse zunächst bis zur Ruthe begleiten, sondern einen viel kürzern Weg dahin nehmen. Die *arteria pudenda communis* ist zwar auch wie alle Zweige der *arteria hypogastrica* von feinen organischen Nervenzweigen begleitet, aber diese sind aufserordentlich fein im Verhältnifs zu den dem erectilen Gewebe bestimmten organischen, vom *plexus hypogastricus* unmittelbar kommenden Nerven. Dieser Umstand allein schon zeigt deutlich genug an, dafs die organischen Nerven eine wichtige Rolle in den Phänomenen der Erection spielen.

A. Beschreibung der cavernösen Nerven nach einem Präparat vom Menschen. Taf. III.

Der *plexus hypogastricus* entsteht wie gewöhnlich aus der Fortsetzung des *plexus aorticus*. Nämlich der *plexus hypogastricus medius seu impar* (Tab. III. *p*) auf der Theilungsstelle der *aorta abdominalis* und *vena cava inferior* ist zunächst die Fortsetzung des *plexus aorticus m*, hängt durch mehrere Fäden mit dem *plexus mesentericus inferior* (*n*) und mit dem Lumbaltheil des Grenzstranges des *nervus sympathicus* (*o*) zusammen. Nach unten auf dem Anfange des Kreuzbeins theilt sich der *plexus hypogastricus superior*

seu medius in seine beiden Seitentheile (p'), welche zur Seite des Mastdarms und der Harnblase herabsteigen und sich jederseits in den *plexus hypogastricus inferior* verbreiten. Dieser (q) hängt durch mehrere Fäden mit dem zweiten, dritten und vierten Sacralnerven zusammen. Zwei Fäden vom zweiten Sacralnerven (r) und mehrere Fäden vom dritten Sacralnerven (s) vereinigen sich zu einem stärkern Nerven (r'), der in den *plexus hypogastricus* eingeht. Mehrere Nervenfäden vom vierten Sacralnerven (t) treten ebenfalls in den hintern untern Theil des *plexus hypogastricus*. In dem gegenwärtigen Präparat waren keine allein aus den unteren Sacralnerven entspringenden Harnblasennerven, wie es sonst vorkommt, vorhanden.

Der *plexus hypogastricus* besteht aus der mannigfaltigsten Verbindung und Kreuzung der vom *sympathicus* und von den Sacralnerven herrührenden Wurzeltheile; in diesen Verbindungen liegen einige gangliöse Massen, aus welchen sogleich viele feine Nerven hervorgehen. Eine durchlöcherte Membran, wie man zuweilen diesen *plexus* in den Abbildungen dargestellt sieht, bildet dieses Geflecht nicht, wenn es rein präparirt ist. Es versteht sich von selbst, dafs diese Präparation, wie die aller ferner zu beschreibenden Nerven, unter der Loupe geschehen mufs, damit die Nervenfäden und Ganglien von allem umgebenden fremdartigen Gewebe befreit werden können.

Vom *plexus hypogastricus* gehen nun die vorher schon im Allgemeinen angegebenen bekannten Nerven ab, bei deren Beschreibung wir uns nicht aufhalten werden, nämlich zur Harnblase (v. w), zum Ureter (w), zu dem Samenbläschen und *ductus deferens* (x), zum Mastdarm (y), endlich viele Zweige (z) zum *plexus prostaticus* (aa).

Der *plexus prostaticus* liegt am hintern und Seitentheil der *prostata*, zwischen *prostata M* und *musculus levator ani H*. Er giebt nicht nur die Nerven zum obern und hintern Theile der *prostata* (*nervi prostatici posteriores et superiores*), sondern setzt sich auch zwischen *levator ani* und *prostata* in das sehr feine Geflecht der cavernösen Nerven (*plexus cavernosus bb*) fort, welches zuletzt unter der Symphyse der Schambeine auf der Wurzel des *penis* hervorkommt.

In dem *plexus prostaticus* liegen mehrere theils gröfsere theils kleinere und sehr kleine Ganglien, sämmtlich am hintern Seitentheil der *prostata*. Dieser Ganglien $\alpha\,\beta\,\gamma\,\delta\,\varepsilon\,\zeta\,\eta$ finde ich in gegenwärtigem Präparate 7. Zwei (α und δ) sind gegen 3 Linien lang und $\frac{1}{2}$ Linie breit, die anderen sind

viel kleiner, eine Linie lang und noch weniger. Die gröfsten *α* und *δ* sind länglich, zwei sind oval, *β* und *γ*, diese sind gegen 1 Linie lang, die übrigen *ε ζ η* sind sehr klein und dreieckig. Die angegebenen Gröfsenverhältnisse sind ganz genau, da die Knötchen wie alle feinen aus ihnen hervorgehenden Nerven unter der Loupe auf das sorgfältigste von allem Fremdartigen befreit wurden. Diese Kette von Knötchen, welche regelmäfsig in der Gegend des hintern Endes der *prostata* liegt, hängt mit dem *plexus hypogastricus* durch ziemlich lange und feine Nervenfäden zusammen, und mufs von dem *plexus hypogastricus* selbst wohl unterschieden werden. Ehemals liefs man die vordersten Zweige des *plexus hypogastricus* in der Gegend der *prostata* enden; aber, wie wir eben dargestellt haben, es bilden sich hier neue Centra für eine viel weitere Verbreitung der sympathischen Nerven. Wir nennen die kleinen Ganglien an dem hintern Ende der *prostata ganglia pudenda, seu prostatica*. Zu dem *plexus prostaticus* und zu seinen Ganglien kommen übrigens auch noch Zweige vom vierten Sacralnerven hinzu, welche nicht erst durch den *plexus hypogastricus* durchgehen (*u, u'*), diese senken sich theils in die Ganglien des *plexus prostaticus* ein (wie *u''*), theils schliefsen sie sich den aus diesen Ganglien hervorgehenden Zweigen zum *plexus cavernosus* an (*u'*).

Die einzelnen Ganglien haben folgende Verbindungen: Das gröfste *α* gegen 3 Linien lang, ½ Linie breit, mit fast parallelen Rändern zwischen dem hinteren Ende der *prostata* und dem *levator ani* liegend, steht an seinem hintern Ende mit Fäden in Verbindung, die theils vom *plexus hypogastricus* (*z'*), theils von einem kleinen, weiter hinten liegenden, ovalen Knötchen (*β*), theils vom vierten Sacralnerven (*u*) kommen. Der letztere Faden verbindet sich durch einen Ast (*u''*) mit dem Ganglion *α*, mit dem andern (*u'*) hängt er mit dem aus dem vordern Ende dieses wie der anderen Ganglien kommenden cavernösen Geflecht zusammen.

Das vordere Ende des *ganglion α* theilt sich in 2 Zipfel, einen obern und untern. Der untere nimmt noch einen Zweig des *plexus hypogastricus* auf, der vorher durch das *ganglion γ* durchgegangen ist, hängt mit einem vom vierten Sacralnerven kommenden Zweig *u'*, der zum *plexus cavernosus* geht, zusammen und sendet mehrere Zweige *α' α'* in den *plexus cavernosus*. Der obere Zipfel des vordern Endes des *ganglion α* giebt einen Ast zu dem gegen 4 Linien langen vordersten *ganglion δ* am hintern Seitentheil der *pro-*

stata, und einen andern Zweig zum *ganglion* ε. Nämlich die Ganglien α und δ schicken zu ε Zweige, welche sich zu einem verbinden. Das dreieckige *ganglion* ε hat beinahe die Gröfse des *ganglion ophthalmicum*, liegt auf dem hintern Ende der *prostata* und hängt wieder mit den viel kleinern Knötchen ζ und η zusammen. Aus den Ganglien ε ζ η gehen die hinteren und oberen Nerven für die *prostata* (η′), aus dem grofsen Ganglion δ ein ganzes Fascikel von feinen Nerven für den hintern Theil der *prostata* hervor (δ′).

Die Fortsetzung des *plexus prostaticus* nach vorn ist der *plexus cavernosus bb* an der Seite der *prostata*, zwischen dieser und dem *levator ani*. Er entsteht durch Fäden, welche aus den gröfseren Ganglien α und δ entspringen, α′ α′ und δ″ δ″. Ein ganz starkes Fascikel von feinen Nervenfäden geht namentlich aus dem *ganglion* δ hervor (δ″). Die Fäden α′ und δ″ verbinden sich geflechtartig untereinander, an sie schliefsen sich Fäden an (*u*′), welche vom vierten Sacralnerven kommen und vorher schon mit dem *ganglion* α sich schlingenförmig verbunden haben. Das Geflecht der cavernösen Nerven zur Seite der *prostata* ist ungemein verwickelt, die Fäden ungemein fein, im Allgemeinen verfolgen die meisten Fäden die Längenrichtung gegen die Wurzel des *penis*. Aus diesem Geflecht treten noch Zweige für den Seitentheil und vordern Theil der *prostata* (δ‴) hervor. Weiter nach vorn liegt der *plexus cavernosus* zum Theil in der Substanz des *musculus constrictor isthmi urethralis* und ist seine Präparation ungemein schwer; unter der Symphyse werden diese zarten Nerven von der fibrösen Substanz eingeschlossen, welche die Wurzel des *penis* mit dem *ligamentum arcuatum* verbindet. So weit diese Nerven bis jetzt beschrieben sind, liegen sie zwischen *levator ani*, *prostata* und *pars membranacea urethrae*. So wie sie über den vordern Rand des *levator ani* weggegangen sind, schliefsen sich einige feine Zweige vom *nervus pudendus* an sie an, welche bisher vom *plexus cavernosus* durch den *levator ani* getrennt waren (ϑ). Aus der Verbindung der aus dem *plexus cavernosus* unter der Symphyse auf die Wurzel des *penis* tretenden Zweige und dieser Zweige vom *nervus pudendus* entstehen die einzelnen *nervi cavernosi*.

Man unterscheidet einen *nervus cavernosus major* und mehrere *nervi cavernosi minores*. Die *nervi cavernosi minores* durchbohren für sich am hintersten Theil des *penis* die Wurzel des *corpus cavernosum* ϑ′. Durch die Verbindung von mehreren Zweigen des *plexus cavernosus* mit feinen Zwei-

gen des *nervus pudendus,* die schon frühe abgegangen waren und in der Nähe der *arteria penis* lagen, entsteht der sogleich unter der Symphyse auf der Wurzel des *penis* jederseits liegende *nervus cavernosus major* (ι). Seine Wurzeln treten am vordern Rande des *levator ani* zusammen. Er hat eine Stärke von ½ Linie, erscheint als Stamm und ist viel stärker als die feinen Wurzeln, die zu seiner Bildung zusammentreten. Aus ihm treten schon hinten Zweige für den vordern Theil der *prostata,* die *pars membranacea* (ι′), auch hängt er mit den kleinen cavernösen Nerven vielfach zusammen. Der *nervus cavernosus major* vertheilt sich schon am Anfang des *corpus cavernosum penis* unter und vor der Symphyse in das *corpus cavernosum.* Nachdem er sich in mehrere Äste zerspalten, durchbohren diese die fibröse Hülle des *corpus cavernosum* etwas schief, theils mit der *arteria profunda penis,* theils durch besondere Öffnungen eintretend (ϰ ϰ′ ϰ″). Die Zweige dieses Nerven bleiben nicht allein auf derselben Seite, einige treten hinüber auf die entgegengesetzte Seite. Im gegenwärtigen Fall wenigstens kommt von links ein cavernöser Nerve herüber zur rechten Seite (ϰ‴), tritt in die Vertiefung zwischen den Wurzeln der beiden *corpora cavernosa,* dann zwischen *corpus cavernosum urethrae* und *corpus cavernosum penis dextrum* in die Tiefe und senkt sich an der innern Seite der Wurzel des *corpus cavernosum penis dextrum* mit mehreren Zweigen in das erectile Gewebe ein. Dagegen giebt der *nervus cavernosus major* der rechten Seite in diesem Präparat einen starken Zweig zwischen den Wurzeln der *corpora cavernosa* in das *corpus cavernosum urethrae.* Der *nervus cavernosus major* endigt übrigens nicht an der Wurzel des *penis,* wenn er die genannten Zweige in das Innere der Wurzeln der *corpora cavernosa* abgegeben hat, sondern setzt sich mit mehreren Zweigen über den Rücken des *penis* fort. Ein längerer Zweig λ verbindet sich mit mehreren Zweigen des *nervus dorsalis penis* und senkt sich mit mehreren Ästen λ′ ohngefähr in der Mitte der Länge des *penis* unter der *vena dorsalis penis* ein. Ein Zweig des vorerwähnten organischen Nerven (λ″) verbindet sich mit einem Aste des *nervus dorsalis* und tritt auf der Seite des Rükkens des *corpus cavernosum penis,* auch in der Hälfte der Länge des *penis,* mit einem cavernösen Zweige der *arteria dorsalis penis* ein.

Feine Zweige des *nervus dorsalis* verbinden sich mit Zweigen des vorhererwähnten grofsen cavernösen Nerven, und steigen an der Seite des

penis schief herab, um unten zwischen *corpus cavernosum penis* und *corpus cavernosum urethrae* in das letztere einzudringen.

Die cavernösen Nerven der andern Seite nehmen denselben oder einen ähnlichen Verlauf; aber sowohl am mittlern als hintern Theil des *penis* findet eine Verbindung der cavernösen Nerven der rechten und linken Seite statt. Auf dem mittlern Theil des *penis* ist diese Verbindung sehr ansehnlich durch Zweige (*v*), welche noch unter der *vena dorsalis penis* von einer zur andern Seite hinübergehen. Da der *nervus dorsalis penis* sich nun mit den organischen Nerven des *penis* vielfach verbindet (*v'*), so ist durch Gemeinschaft der rechten und linken organischen Nerven auch eine Gemeinschaft der beiden *nervi dorsales penis*, welche Bock mit Unrecht läugnete, hergestellt; ohne Antheil der organischen Nerven scheinen die beiden *nervi dorsales* sich nicht zu verbinden.

Die letzten Zweige der organischen Nerven endigen theils in den *corpora cavernosa penis*, theils umstricken sie die *vena dorsalis penis* (*o*).

Der *nervus dorsalis penis* geht theils Verbindungen mit den cavernösen Nerven ein, theils schickt er an verschiedenen Stellen noch Zweige in das Innere der *corpora cavernosa penis* ein, theils giebt er Äste, welche die *arteria dorsalis* begleiten (*f'*), theils giebt er viele Zweige in die Haut des *penis* und die Vorhaut (*f''*). Noch andere Zweige umstricken das vordere Ende der *vena dorsalis*, wo sie aus der Eichel entsprungen ist, sich fein verzweigend (*f'''*). Der gröfste Theil der Nervenmasse der *nervi dorsales penis* senkt sich an der Krone der Eichel in diese ein und durchdringt mit seinen Ästen das Innere der Eichel. Diese Zweige nehmen ihre Direction gegen die Oberfläche der Eichel (*f''''*) und scheinen dieser gefühlsreichen Oberfläche gröfstentheils bestimmt zu sein.

Die Verbreitung der cavernösen Nerven im Innern des erectilen Gewebes habe ich schon bei einer andern Gelegenheit, nämlich bei Beschreibung der *arteriae helicinae* dargestellt und durch eine Abbildung erläutert ([1]).

B. Beschreibung der cavernösen Nerven nach einem zweiten Präparat vom Menschen.

Die Zweige zum *plexus cavernosus* kommen theils von dem mittlern Theil des *plexus hypogastricus*, theils vom untern Seitentheil des *plexus hy-*

([1]) Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1835. Tab. III. fig. 6.

pogastricus, wo Zweige des dritten und vierten Sacralnerven sich mit dem *plexus hypogastricus* verbinden. Die vom Seitentheil des *plexus hypogastricus* kommenden Zweige sind die zahlreichsten; obgleich sie mit den Fäden vom dritten und vierten Sacralnerven in Verbindung stehen, so gehören sie doch hauptsächlich dem *nervus sympathicus* an. Alle unsere Nerven haben die Direction gegen den hintern Seitentheil der *prostata* und gegen die Stelle der Verwachsung der *prostata* mit dem vordern Ende des *levator ani.* Den an dem hintern Ende der *prostata* liegenden gangliösen Theil des Geflechtes kann man *plexus prostaticus* nennen, obgleich dieses Geflecht der *prostata* nur wenige Zweige abgiebt (hintere Nerven der *prostata*). Ein Theil der zarten Fäden dieses Geflechtes liegt auf der *prostata* fest auf und in der fibrösen Hülle der *prostata,* andere und der gröfsere Theil der Fäden freier zwischen *prostata* und *levator ani.* Die vom mittlern vordern Theil des *plexus hypogastricus* kommenden hieher gehörigen Fäden gehen mehr am obern Seitentheil der *prostata* her. Einige dieser Fäden treten am hintern Ende der *prostata* durch mehrere kleine aber sehr deutliche Knötchen und andere Fäden kommen wieder daraus hervor und schliefsen sich der Fortsetzung des prostatischen Geflechtes an. Aus dem prostatischen Geflecht und den kleinen Ganglien gehen alle Fäden in den *plexus cavernosus* über, welcher theils in der fleischartigen Hülle der *pars membranacea,* theils in dem fibrösen Gewebe verborgen liegt, welches am vordern Ende der *prostata* hinter der Symphyse das Geflecht der Venen, in welches die *vena dorsalis* übergeht, einhüllt. Der *plexus cavernosus* liegt also unter und hinter der *symphysis* zwischen der *prostata,* dem vordern Rande des *levator ani* und der *art. penis* und dehnt sich nach vorn bis auf die Wurzel des *penis* aus. Dieser *plexus* steht nun auch mit Zweigen des *nervus pudendus* in Verbindung, welche unter dem vordern Ende des *levator ani* hervorkommen und mit der *arteria penis* auf die Wurzel des *penis* treten, indem sie durch die fibrösmuskulöse Hülle der *pars membranacea* hindurch sich dem Geflechte einmengen.

Aus dem *plexus cavernosus* treten nun folgende Zweige. Aus seiner innern Seite kommen vorn mehrere Zweige zur Seite des vordern Endes der *prostata.* Diese verbreiten sich am obern Seitentheil der *prostata* und stehen mit den oben erwähnten hinteren, auch mittleren Nervenzweigelchen zur *prostata* in Verbindung; man kann sie *nervi prostatici anteriores* nennen.

Alle übrigen Nervenzweige gehen nach vorwärts auf die Wurzel des *penis* unter der Symphyse durch. Diefs sind die Stämmchen der *nervi cavernosi.* Sobald diese aus dem *plexus* hervorgetreten sind, sind sie fester; sie unterscheiden sich von den weifsen Zweigen des *nervus dorsalis penis* durch ihre graugelbe Farbe. Die *nervi cavernosi* zerfallen wieder in einen einzelnen stärkern, *nervus cavernosus major,* und mehrere *nervi cavernosi minores.*

Der *nervus cavernosus major* wird zusammengesetzt durch 4 bis 5 Wurzeln aus dem *plexus cavernosus* und einen Nervenzweig aus dem *nervus pudendus,* welcher Faden unter der *arteria penis* vorwärts einwärts geht. Sobald sich diese Wurzeln vereinigt haben, was unter der Symphyse innerhalb eines festen fibrösen Gewebes geschieht, hat nun der *nervus cavernosus major* eine viel gröfsere Stärke, und ist eine ganz kurze Strecke, soweit er keine Zweige abgiebt, gegen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Linie dick. Der Nerve fängt aber sogleich an sich zu verzweigen. Einige Zweige gehen sogleich in das hintere Ende des *corpus cavernosum penis* von oben ein, abgesondert von der *arteria profunda penis;* andere Zweige gehen unter der *arteria penis* zur Seite der Wurzel des *corpus cavernosum* und dringen hier an verschiedenen Stellen durch die fibröse Hülle des *corpus cavernosum* wie die vorigen schief durch; ein sehr starker Zweig tritt mit der *arteria profunda penis* ins Innere; ein Zweig verbindet sich mit dem *nervus dorsalis penis* an der Wurzel des *penis.* Mehrere Zweige verbinden sich mit Zweigen des *nervus dorsalis penis* und steigen am hintern Theil des *penis* über das *corpus cavernosum* nach der Seite herab, um in der Furche zwischen dem *corpus cavernosum penis* und dem *corpus cavernosum urethrae* mit vielen Ästen in das *corpus cavernosum urethrae* einzutreten. Diese *nervi cavernosi inferiores* treten am hintersten Drittheil des *penis* ein; sie sind ebenfalls deutlich grau. Ein längerer Zweig des *nervus cavernosus major* verbindet sich mit einem ähnlichen der entgegengesetzten Seite und einem Zweig des *nervus dorsalis penis* derselben und der entgegengesetzten Seite. Dieses Geflecht geht an der *vena dorsalis penis* nach vorne hin bis zum vordersten Drittheil des *penis,* von ihm gehen Fäden an verschiedenen Stellen in die *corpora cavernosa penis. Nervus cavernosus communicans.* Durch diese Communication von Zweigen der *nervi dorsales* mit den *nervi cavernosi* beider Seiten kommt jene Communication des *nervus dorsalis penis dexter* und *sinister* zu Stande.

Die *nervi cavernosi minores,* welche besonders aus dem *plexus cavernosus* hervortreten, bilden mehrere kleine Stämmchen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Linie Dicke; sie geben Äste zum hintersten Theil der *corpora cavernosa penis,* hängen von rechts und links geflechtartig zusammen; sie hängen auch mit dem *nervus cavernosus major* zusammen. Ihre Zweige durchbohren die fibröse Hülle des *corpus cavernosum penis* im hintersten Dritttheil des *penis* von oben; einige liegen nach innen vom *nervus cavernosus major;* noch ein kleiner liegt mehr nach aufsen, hängt aber auch mit dem *nervus cavernosus major* zusammen.

Die *nervi cavernosi* durchbohren zum Theil schief, indem sie sich durch Ausbreitung ihrer Fasern abplatten, die fibröse Hülle der *corpora cavernosa;* jene mit der *arteria profunda penis* eintretenden Zweige verbreiten sich mit dieser, die anderen verbreiten sich für sich in dem erectilen Gewebe. Man kann sie ohne grofse Mühe weit in dem erectilen Gewebe verfolgen; sie scheinen nicht in demselben Mafse feiner zu werden als sie im Innern Zweige abgeben. Obgleich sie sich wegen der Feinheit des Gegenstandes nicht bis in die von mir entdeckten Arterienquäste der *arteria profunda penis, arteriae helicinae,* welche in die Zellen der *corpora cavernosa penis* hineinragen, verfolgen lassen, so erleidet es doch keinen Zweifel, dafs sie vorzüglich diesen Theilchen, in welchen eine Hauptursache der Erection liegt, bestimmt sind.

Anschwellungen der cavernösen Nerven an den Stellen wo sie die fibröse Hülle der *corpora cavernosa penis* durchbohren, habe ich nie bemerkt.

Die *nervi dorsales penis* sind gegen alle diese organischen Nerven ganz weifs, sie gehen an der Seite der *arteriae dorsales penis,* nach aufsen von ihnen gelegen, vorwärts und verbinden sich, obgleich sie sich oft theilen und wieder vereinigen, von rechts und links nicht, sobald die cavernösen Nerven keine Verbindungen mehr mit ihnen eingehen, oder unter ihnen vermitteln. Kleine Zweige von ihnen treten auch noch in die *corpora cavernosa* ein, aber nur sehr feine Zweige, von denen es ungewifs ist, wie viel sie von eingemischten organischen Fasern enthalten. Die ganze Masse ihrer Äste, welche auf jeder Seite sich schlingenartig verbinden und wieder theilen, bleibt auf der Oberfläche des *penis,* die wenigsten Zweige verbreiten sich in der Haut des *penis,* der gröfste Theil der Zweige geht vorwärts, theils in der Vorhaut, besonders aber in der Eichel sich aus-

breitend, in welche das Ende des Nerven jederseits büschelförmig eintritt. Und so sind also die *corpora cavernosa penis et urethrae* grofsentheils von organischen Fasern, die sensible Eichel vorzüglich von animalischen Nerven versehen.

Sämmtliche hier beschriebene Präparate sind dem Königl. anatomischen Museum zu Berlin einverleibt.

Erklärung der Kupfertafeln.

Tafel I.

Abbildungen des *musculus constrictor isthmi urethralis.*

Fig. 1. Abbildung des *musculus constrictor isthmi urethralis* von oben. Die Symphyse der Schambeine ist mit dem gröfsten Theil des *levator ani* ausgeschnitten. Die *ligamenta vesicae anteriora* sind von der Symphyse abgeschnitten und die Urinblase nach rückwärts gezogen.

- *A.* Symphyse der Schambeine.
- *B.* *Ligamentum arcuatum.*
- *C.* *Prostata.*
- *D.* Harnblase.
- *E.* *Musculus levator ani.*
- *a.* *Ligamentum ischio-prostaticum.*
- *b.* *Musculus constrictor isthmi urethralis. Stratum superius.*
- *cc'.* Bogenförmige Muskelbündel auf der Oberfläche der *prostata*, theils auf die *prostata* beschränkt, *tegmentum musculare prostatae c'*, theils in die Längenfasern der Harnblase übergehend *c.*
- *d.* *Ligamenta pubo-vesicalia*, von der Symphyse der Schambeine abgeschnitten.

Fig. 2. Seitenansicht des *constrictor isthmi urethralis.* Die Symphyse der Schambeine ist mit den anhängenden Theilen ausgeschnitten. Der vordere Theil des *musculus levator ani* rechter Seite ist bis auf das *ligamentum ischio-prostaticum* durchschnitten, damit dieses sichtbar wird.

- *A.* *Symphysis ossium pubis.*
- *B.* *Ligamentum arcuatum.*
- *C.* *Prostata.*
- *D.* Harnblase.
- *E.* Theil des *musculus levator ani.*
- *E'.* Theile des querdurchschnittenen vordern Theils des *levator ani* der rechten Seite.
- *a.* *Ligamentum ischio-prostaticum.*
- *b.* *Musculus constrictor isthmi urethralis. Stratum superius.*
- *cc'.* Bogenförmige Muskelbündel auf der Oberfläche der *prostata*, theils auf die *prostata* beschränkt *c'*, *tegmentum musculare prostatae*, theils in die seitlichen Längenfasern der Harnblase übergehend.
- *dd'.* *Ligamenta pubo-vesicalia.* Das rechte ist durchgeschnitten, so dafs das eine Ende an der Symphyse bleibt *d'*, das andere der nach links hingezogenen Harnblase folgt *d''*.

Tafel II.

Plexus hypogastricus des Pferdes, Verbindung der hinteren Nerven für das Innere der Ruthe mit dem *Plexus hypogastricus.*

(Vom *penis* ist nur die Wurzel dargestellt, der gröfste Theil der Ruthe fehlt wegen Ersparung des Raumes in der Abbildung.)

A. Mastdarm.
B. Urinblase.
C. Ureter.
D. Ductus deferens.
E. Samenblase.
F. Prostata.
G. Muskulöse Bedeckung des häutigen Theils der Harnröhre.
H. H. Wurzeln des *corpus cavernosum penis.*
H'. Musculus ischio-cavernosus.
I. Anfang des *penis*, das übrige ist abgeschnitten.
a. Stamm des *plexus hypogastricus* vom *nervus sympathicus.*
b. Verbindungsast zum *plexus hypogastricus* vom dritten Sacralnerven.
a b. plexus hypogastricus.
c. Zweige zum Ureter.
d. Zweige zum *ductus deferens.*
e. Zweige zur Samenblase.
f. Zweige zur Urinblase.
g. Zweige zur *prostata.*
h. Zweige zum Mastdarm.
k. Plexus prostaticus und Ganglien des *plexus prostaticus.*
k'. Verbindungen zwischen dem *plexus prostaticus,* seinen Ganglien und dem *plexus hypogastricus.*
l. Plexus cavernosus.
m. Nervus pudendus.
n. Zweige desselben zur muskulösen Hülle des häutigen Theils der Harnröhre.
o. Zweige zum *musculus ischio-cavernosus.*
p. Nervus dorsalis penis.
$\alpha\,\beta\,\gamma\,\delta\,\varepsilon\,\zeta\,\eta\,\vartheta\,\iota$. Ganglien des *plexus prostaticus.*
1. Hinterster cavernöser Nerve.
1'. Verbindungen desselben mit dem *plexus cavernosus* und den Ganglien δ. ε. ζ. des *plexus prostaticus.*
1''. Verbindungen desselben mit dem *plexus cavernosus* und *prostaticus* und den Ganglien α. β.
1''' mit den Ganglien δ. ε.
1''''. Verbindungen mit Ästen des *nervus pudendus.*
2. Zweiter hinterer cavernöser Nerve.
2'. Verbindung desselben mit dem *plexus cavernosus* und *prostaticus* und dem *ganglion* ϑ.
2''. Verbindung dieses Nerven mit den organischen Wurzeln des vorhergehenden cavernösen Nerven.

2‴. Andere Verbindung mit dem *plexus prostaticus.*
2⁗. Verbindung mit dem *plexus prostaticus* und dem *ganglion β.*
2+. Ursprünge des cavernösen Nerven vom *nervus pudendus.*
3. Dritter hinterer cavernöser Nerve.
3′. Ursprung aus dem *nervus pudendus.*
3″. Verbindung mit dem *plexus cavernosus.*
3‴. Verbindung mit dem vorhergehenden Nerven.
3⁗. Verbindung mit dem *plexus cavernosus* der andern Seite.
4. Vierter hinterer cavernöser Nerve.
5. Hintere kleinere cavernöse Nerven.
5′. Ursprünge vom *nervus dorsalis penis.*
5″. Verbindung mit dem *plexus cavernosus* der andern Seite.
6. 6. 6. Vordere cavernöse Nerven vom *nervus dorsalis penis.*

Tafel III.

Abbildung des *plexus prostaticus* und *cavernosus,* sowie der organischen Nerven der *corpora cavernosa* nach einem Präparat vom Menschen.

(Der vordere Theil der Darmbeine und die Schambeine sind weggeschnitten.)

A. Durchschnitt der Darmbeine.
B. B. B. Die 3 untersten Lendenwirbel.
B′. Ligamenta intervertebralia.
C. Kreuzbein.
D. Musculus quadratus lumborum.
E. Musculus iliacus internus.
F. Musculus psoas.
F′. Musculus psoas minor.
G. Theil des *musculus pyriformis.*
H. Musculus levator ani.
I. Harnblase.
I′. Harnleiter.
K. Ductus deferens.
K′. Samenbläschen.
L. Mastdarm.
M. Prostata.
N. Haut des *penis* abwärts geschlagen.
O. Corpora cavernosa penis.
O′. Musculus ischio-cavernosus.
P. Eichel.
P′. Vorhaut.
Q. Aorta abdominalis.

R. Arteria mesenterica inferior.
S. Arteria iliaca communis.
T. Arteria cruralis.
U. Arteria hypogastrica.
U^1. Arteria obturatoria.
U^2. Arteria umbilicalis.
U^3. Arteria glutaea.
U^4. Arteria ischiadica.
U^5. Arteria pudenda communis.
U^6. Arteria dorsalis penis.
V. Vena cava inferior.
W. Vena iliaca communis.
X. Vena cruralis.
Y. Vena hypogastrica.
Z. Vena dorsalis penis.
a. Nervus cutaneus externus femoris.
b. Nervus cruralis.
c. Nervus obturatorius.
d. Ursprünge des *plexus sacralis* vom 4. und 5. Lendennerven.
d^1. Erster Sacralnerve.
d^2. Zweiter Sacralnerve.
d^3, Dritter Sacralnerve.
d^4. Vierter Sacralnerve.
e. Plexus sacralis.
f. Nervus dorsalis penis.
f'. Zweige desselben, welche die *arteriae dorsales* begleiten.
f''. Zweige desselben zur Haut des *penis* und zur Vorhaut.
f'''. Zweige, welche das vordere Ende der *vena dorsalis* umstricken.
f''''. Endigung desselben in der Eichel.
k. Lendentheil des Grenzstranges vom *Sympathicus.*
k^1. Ganglion lumbale tertium.
k^2. Verbindungen des Lendentheils des *Sympathicus* mit den Lendennerven.
l. Sacraltheil des Grenzstranges des *nervus sympathicus.*
l^1. Ganglion sacrale primum.
l^2. Ganglion sacrale secundum.
l^3. Verbindungen der *ganglia sacralia* mit den Sacralnerven.
m. Plexus aorticus.
n. Anfang des *plexus mesentericus inferior.*
o. Verbindung des *plexus hypogastricus medius* und *aorticus* mit dem Lumbaltheil des Grenzstranges.
p. Plexus hypogastricus medius s. impar. Er theilt sich in die beiden Wurzeln *p'* der *plexus hypogastrici inferiores.*
q. Plexus hypogastricus inferior dexter.

r. Zwei Nervenfäden vom 2. Sacralnerven und mehrere vom 3. Sacralnerven vereinigen sich zu einem Faden *r'*, dieser geht zum *plexus hypogastricus inferior.*

s. Mehrere Nervenfäden vom 3. Sacralnerven zum *plexus hypogastricus.*

t. Mehrere Fäden vom 4. Sacralnerven.

u. Zweige des 4. Sacralnerven zum *plexus prostaticus* und *cavernosus* und zu den *ganglia prostatica seu pudenda.*

u'. Zweig eines Fadens vom 4. Sacralnerven zum *ganglion α* und *plexus cavernosus.*

u''. Zweig desselben Fadens zum *ganglion α.*

v. Zweige des *plexus hypogastricus* zur Harnblase.

w. Zweige zum *ureter* und zur Harnblase.

x. Zweige zum Samenbläschen und zum *ductus deferens.*

y. Zweige zum Mastdarm.

z. z'. Feine Zweige des *plexus hypogastricus* zum *plexus prostaticus* und *cavernosus*, und zu den *ganglia prostatica seu pudenda.*

a a. Plexus prostaticus und *ganglia prostatica seu pudenda.*

b b. Plexus cavernosus.

α. β. γ. δ. ε. ζ. η. Kleinere und gröfsere Ganglien (*ganglia prostatica seu pudenda*), welche mit dem *plexus hypogastricus* durch Fäden zusammenhängen und von welchen theils die Nerven der *prostata* abgegeben werden, theils der *plexus cavernosus* entspringt.

1'. Verbindungen zwischen den Ganglien unter sich.

1''. Verbindungsfäden zwischen den Ganglien und dem *plexus hypogastricus.*

1'''. Verbindung zwischen dem *ganglion α* und dem 4. Sacralnerven.

1''''. Verbindung zwischen dem *ganglion α* und einem zum *plexus cavernosus* gehenden Faden (*u'*) vom 4. Sacralnerven.

δ'. Nerven für den hintern Theil der *prostata* aus dem *ganglion δ.*

η'. Hintere obere Nerven für die *prostata* aus den kleinen Ganglien *ε ζ η.*

α' α'. Zweige vom *ganglion α* zum *plexus cavernosus.*

δ'' δ''. Zweige vom *ganglion δ* zum *plexus cavernosus.*

δ'''. Zweige aus dem *plexus cavernosus* für den seitlichen Theil der *prostata.*

ϑ. Feine Zweige vom *nervus pudendus*, welche unter dem vordern Rande des *levator ani* hervorkommen und sich mit dem *plexus cavernosus* zur Bildung der cavernösen Nerven verbinden.

ϑ'. Kleinere Nerven für das Innere des *corpus cavernosum, nervi cavernosi minores.*

ι. Stärkerer Nerve für das Innere des *corpus cavernosum, nervus cavernosus major.*

ι'. Zweige aus demselben und dem *plexus cavernosus* für den vordern Theil der *prostata* und die *pars membranacea urethrae.*

κ κ' κ''. Zweige des *nervus cavernosus major* für das Innere des *corpus cavernosum penis.*

κ'''. Cavernöser Nerve der linken Seite, auf die rechte hinübertretend, er geht zwischen den Wurzeln der beiden *corpora cavernosa*, dann zwischen *corpus cavernosum penis dextrum* und *corpus cavernosum urethrae* und senkt sich in die Innere Seite des erstern.

κ''''. Zweig des *nervus cavernosus major* zum *corpus cavernosum urethrae.*

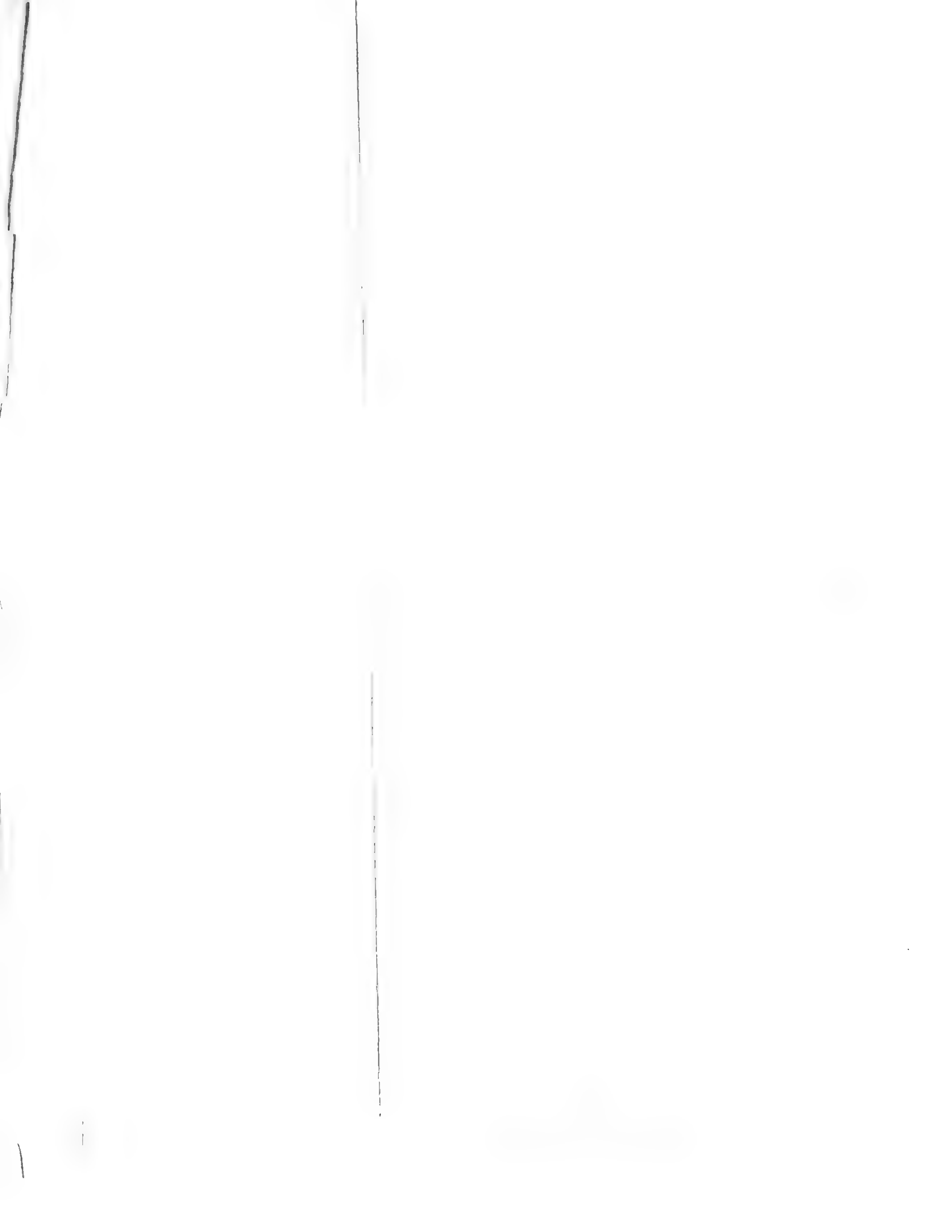
λ. Längerer Zweig des *nervus cavernosus major*, der sich mit mehreren Zweigen des *nervus*

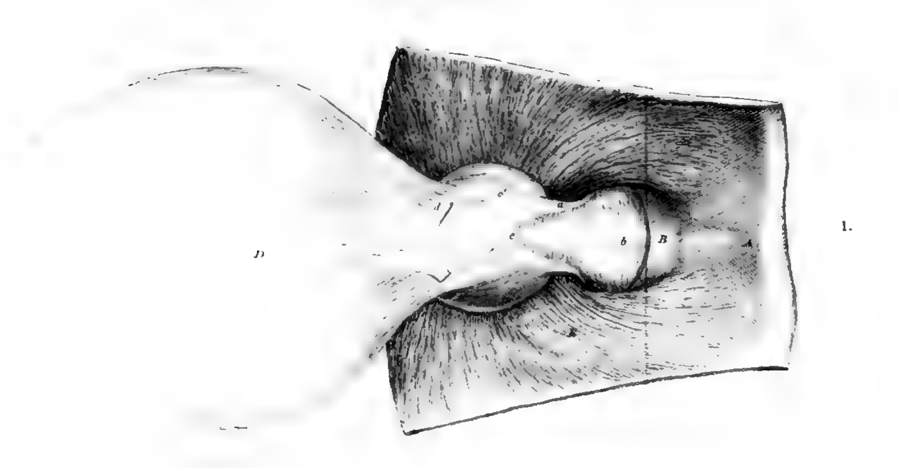
dorsalis penis verbindet und sich mit mehreren Ästen λ' in der Mitte der Länge des *penis* unter der *vena dorsalis* einsenkt.

λ''. Anderer Zweig des *n. cavernosus major*, der sich mit einem Aste des *n. dorsalis* verbindet und auf der Seite des Rückens des *corpus cavernosum penis* in der Hälfte der Länge des *penis* mit einem cavernösen Zweig der *arteria dorsalis penis* sich einsenkt.

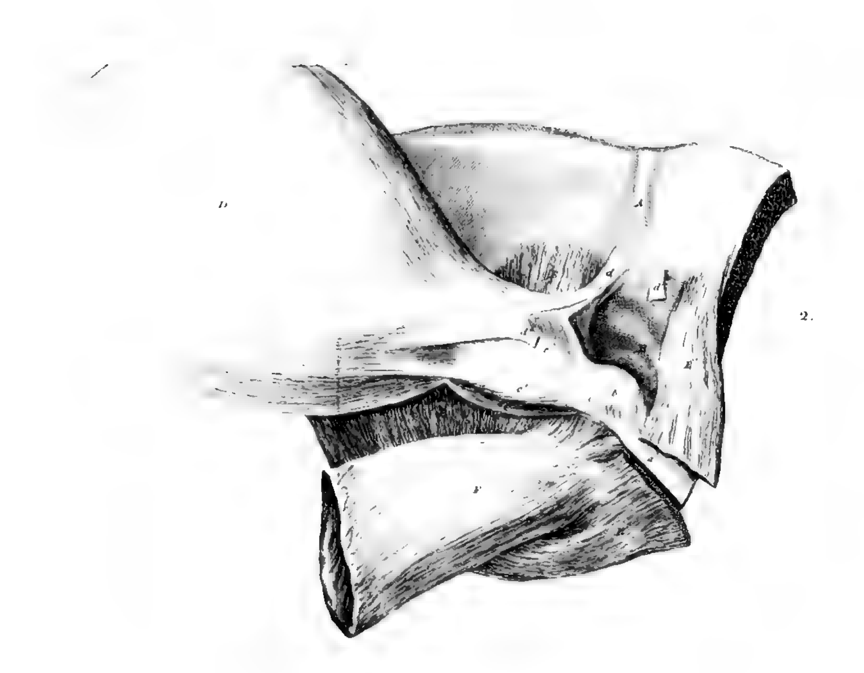
μ. Feine Zweige des *nervus dorsalis penis*, die mit Zweigen des cavernösen Nerven verbunden an der Seite des *penis* herabsteigen, um zwischen *corput cavernosum penis* und *corpus cavernosum urethrae* in das letztere einzudringen.

ν. *Nervus cavernosus communicans*, Verbindung zwischen den cavernösen Nerven der rechten und linken Seite und Zweigen der beiden *nervi dorsales penis* ν'.



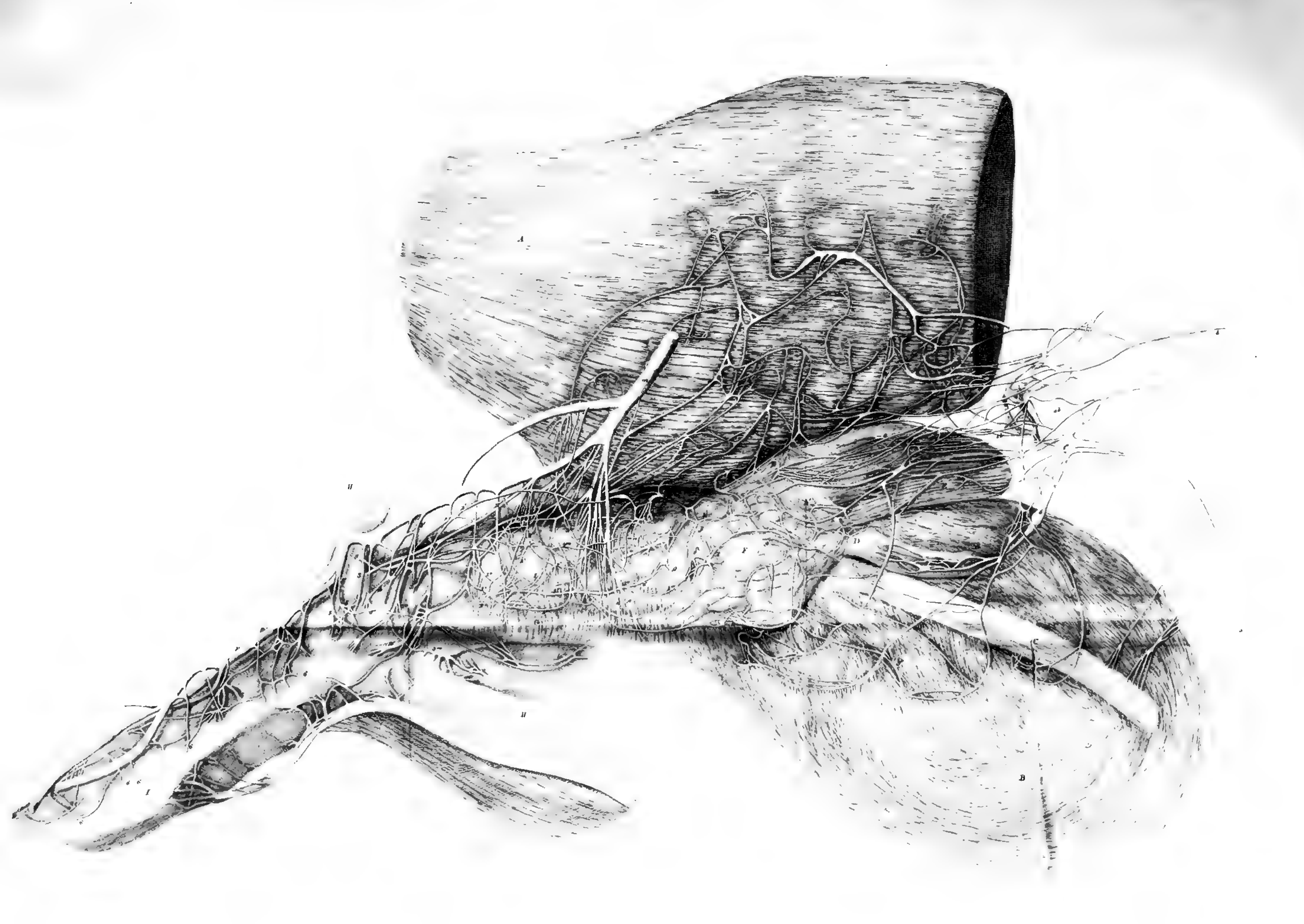


D
a
b
c
d
A
B
E
1.



D
A
d
B
E
F
2.











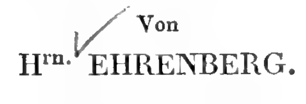




Mittheilung

einer

sehr einfachen Methode zum Festhalten, Vergleichen und Aufbewahren der feinsten und vergänglichsten mikroskopischen Objecte.



Von

Hrn. EHRENBERG.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 21. Mai 1835.]

Die von mir der Akademie seit einer Reihe von Jahren in einer allgemeineren Beziehung vorgetragenen Organisations-Verhältnisse mikroskopischer Organismen haben, obschon meine Darstellung das Vertrauen sorgfältiger Beobachter gewonnen hat, doch auch hie und da Widerspruch erweckt. Ein individuelles peinigendes Gefühl, die obschon zu oft wiederholten Malen beobachteten Gegenstände doch zuweilen nur allein, oder nur mit einem und dem andern Beobachter übereinstimmend zu sehen, hatte mich früher zunächst zu den Versuchen angetrieben durch farbige Nahrung die von mir schon lange Zeit erkannte sehr zusammengesetzte Structur der Infusorien einigermafsen zur allgemeineren Ansicht zu bringen. Jene Versuche gelangen erst spät, aber vollständig, und es sind bereits so viele bestätigende Zeugnisse sorgfältiger Beobachter zur öffentlichen Kenntnifs gekommen, dafs über das Ernährungssystem der mikroskopischen und gallertigen Thiere späterhin nicht leicht mehr bedeutende Differenzen sich lange halten können (¹). Anders verhielt es sich aber immer noch mit den andern Ergebnis-

(¹) Auch der neuliche lebhafte Widerspruch der Herren Dujardin und Peltier in Paris über die Ernährungsorgane der Infusorien, zeigt sich nur als eine Folge individueller Schwierigkeit in der Behandlung des Mikroskops. Ich halte nicht für nöthig dagegen speciell etwas zu erinnern, denn die Farbenspectra des Mikroskops darf man freilich nicht, wie Herr Peltier, mit den durch Indigo oder Carmin gefärbten inneren Canälen verwechseln, auch ist es ein individueller, die Sache gar nicht berührender Irrthum, wenn Herr Dujardin die Bläschen in der Körpersubstanz der Eingeweidewürmer, welche mit dem Ernährungsgeschäft, wozu

sen der mikroskopischen Forschung. Beobachtungen über das Blut, die Nerven und andre für die animalische Organisation höchst wichtige Theile, sind immer noch nicht zur wissenschaftlichen Ruhe gekommen. So hat man die Röhrenform der Nervenfasern in Zweifel gezogen, so klar sie sich auch vorlegen läfst und andere bezweifelten ob alles Säugethier- und Menschenblut ebenfalls in seinen Kügelchen einen Kern enthalte, wie das Amphibienblut, bei dem der letztere durch Herrn Johannes Müllers Untersuchungen auch für andere so aufser Zweifel gestellt worden war, wie es die ihm vorangegangenen erfinderischen Untersuchungen von Hewson nicht hatten bewirken können. Viele ähnliche wichtige Verhältnisse, welche des Einverständnisses der Förderer auf diesem so interessanten Felde der Forschungen über den innersten Bau des Menschen entbehren und auch die Schwierigkeit der beliebigen Darstellung der feineren Zusammensetzung der kleinsten selbstständigen Thiere, womit ich mich angelegentlich beschäftigte, haben mich angetrieben auf ein Mittel zu sinnen, dergleichen vergängliche und kleine Objecte haltbar und jeder beliebigen Beschauung und Vergleichung zugänglich zu machen. Wie man das Zweckmäfsige gewöhnlich auf vielen Umwegen in der Ferne sucht und häufig endlich ganz in der Nähe findet, sich wundernd, dafs es so nahe liege, so ist mir es auch mit diesen Versuchen gegangen. Alle Arten von Firnissen und Einbalsamirungs-Stoffen, die mir irgend zugänglich waren, benutzte ich mit mehr oder weniger mangelhaften, nie aber mit ganz erfreulichen Erfolgen. Endlich erreichte ich durch das einfachste Trocknen meine Absicht so vollständig, dafs ich glaube, durch Bekanntmachung der Methode den wissenschaftlichen Forschungen einen nicht unwichtigen Dienst zu erweisen und eine rasche Förderung der Erkenntnifs vieler organischen Verhältnisse herbeizuführen.

Es ist nämlich wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs, so störend auch oft die Lust zum Sammeln auf die Entwicklung und geistige Production einzelner Menschen wirkt, doch gerade den Sammlungen der Naturkörper die Naturwissenschaft den gröfsten Theil ihrer raschen und sicheren Entwicklung verdankt. Vielfacher Irrthum, Leichtsinn, und in Folge jener

---

andere deutliche Organe dienen, gar nichts zu thun haben, mit den offenbaren Ernährungsorganen der Infusorien verwechselt und sie beide *vacuoles* nennt. Beide Aufsätze enthalten noch mehrere dergleichen ganz individuelle Verirrungen. Spätere Anmerkung.

Mifstrauen und Mangel an Theilnahme, lasten noch auf den so wichtigen Bereicherungen, welche die Anatomie und Physiologie sowohl der Thiere als der Pflanzen durch das Mikroskop, das so vortreffliche Schärfungsmittel der menschlichen Sehkraft, erhalten könnte. Durch stehende Sammlungen wird es möglich sein, Wahres allgemein zu erkennen und Falsches mit aus den Gegenständen genommenen Gründen zu tadeln. So freut es mich denn der Akademie eine Sammlung von gegen 600 mikroskopischen Objecten der zartesten und vergänglichsten Art in einem Zustande vorzulegen, wie sie zur Vergleichung und scharfen Prüfung keiner weiteren Vorbereitung bedürfen, sondern von jedermann auf das bequemste betrachtet werden können.

Die ganze Kunst der Zubereitung besteht darin, dafs man je nach dem gröfseren oder geringeren eigenen Feuchtigkeitsgehalte der zarten Objecte einen angemessenen Wärmegrad zum raschen Trocknen derselben benutzt. Zuweilen ist Lampen-Wärme und Feuer nöthig, zuweilen ist diese Wärme viel zu stark und man erreicht seinen Zweck mit dem geringen Wärmegrad, welchen die flache innere Hand darbietet, zuweilen ist auch diese zu stark, es bedarf nur der gewöhnlichen aber durch Entziehen der gröfsern umgebenden Feuchtigkeits-Menge beschleunigten Verdunstung. Bei den meisten der für diesen Zweck sich eignenden Objecte läfst sich das Verfahren auf folgende Theorie stützen und demgemäfs modificiren. Die zartesten organischen Körper und Stoffe sind beim Trocknen gewöhnlich zum Zerfliefsen geneigt und dieses Vergehen derselben unter den Augen des Beobachters hat eine grofse Menge der wunderlichsten Ansichten herbeigeführt. Jenes Zerfliefsen und Vergehen ist meist eine Folge der grofsen Weichheit und des gallertigen Zustandes, nur selten ist es ein durch partielle Contractionen der festeren Haut bedingtes Zerplatzen und Austreiben der inneren weichern Theile, wie es von gröfseren Thieren Ascariden und Holothurien zeigen. So lange nämlich jene zarten und weichen Körper in der sie umgebenden Flüssigkeit suspendirt sind, sind auch alle ihre peripherischen Theile noch gleichmäfsig gestützt und die Form ist natürlich. Sobald aber das Wasser verdunstet, verlieren die Körper allmälig ihre allseitigen Stützpunkte und der erste Erfolg ist, dafs sie, wenn sie kugelförmig oder überhaupt angeschwollen sind, sich abplatten. Mit der Verdunstung des Wassers nimmt die platte Form zu und bei einem gewissen höheren Grade des Wassermangels reifst die zu stark ausgedehnte Oberhaut und die Eingeweide treten der Erscheinung nach wie

durch starken Druck zermalmt hervor. Zu dieser Ausdehnung der Körper bis an das Moment des Zerplatzens ist eine gewisse Zeit nöthig, die nicht immer von der Verdunstungszeit, sondern häufig von der Eigenthümlichkeit der Substanzen abhängig ist. Es kommt bei einem Versuche, solche Objecte in der natürlichen Form zu erhalten, darauf alles an, dafs die Verdunstung der umgebenden Feuchtigkeit früher beendet werde, als die Ausdehnung des Körpers den höchsten Grad erreicht, oder vielmehr schon früher als der Körper eine unnatürliche Form annehmen kann. Steigert man jedoch die Wärme plötzlich so weit, dafs die Substanz, welche man aufbewahren will, chemisch verändert wird, so erhält man kein angemessenes Präparat. Wesentlich ist noch für solche Sammlungen, dafs die Objecte sogleich auf ein durchsichtiges Täfelchen angetrocknet und mit einem andern bedeckt und beschützt werden, zu welchem Zwecke ich Glimmer benutzt habe, obschon ich Glas für zweckmäfsiger halte. Die Glimmerblättchen kann aber jeder sich kostenfrei leicht selbst beliebig formen. Ähnliche geformte sehr dünne Glasblättchen sind schwieriger zu haben und sehr kostbar. Am bequemsten schien mir im Übrigen die Einrichtung zu sein, bei welcher man solche Objecte im möglich kleinsten Raum nebeneinander hat und die schon seit alter Zeit benutzten Schieber der Mikroskope mit einer Reihe von runden Öffnungen, in denen man Schmetterlingsschuppen, Ungeziefer und hie und da den Durchschnitt eines Krautes zur Bewunderung vorlegte, werden künftig unter der Sorgfalt treuer Pfleger der Wissenschaft den Fortschritten der Forschungen zur Beglaubigung und Stütze dienen.

Unter den Objecten, welche ich der Akademie vorlege, befindet sich eine Sammlung von 364 Arten jener Infusorien, über welche ich bereits öfter Mittheilungen gegeben habe, deren vertrauensvolle Aufnahme von Seiten der Akademie für mich sehr aufmunternd und belohnend war, die ich mich aber allerdings freue nun auch belegen zu können. So habe ich denn einige getrocknete Infusorien zur Vergleichung mit den früher von mir gelieferten Zeichnungen, welche für die Schriften der Akademie in Kupfer gestochen worden sind, zur Ansicht vorgelegt, unter denen, neben samt ihrem Rüssel wohl erhaltenen Monaden, besonders der *Volvox Globator* in seinem ganzen Entwicklungs-Cyclus nicht unbefriedigt lassen dürfte.

Rücksichtlich der physiologischen und anatomischen Präparate bemerke ich noch, dafs ich durch diese Methode der Aufbewahrung doch

einige bisher schwankende Sätze schon sogleich befestigt zu haben meine. Besonders rechne ich dahin die Form und das Verhältnifs der Blutkerne zu ihrer Hülle, sowie derselben Kerne zu den peripherischen Hirnkörperchen und den *Retina*-Körperchen. Durch die einfache Methode, mit einem in Wasser getauchten nicht zu nassen Pinsel einen feinen Strich über das mit Blutkörperchen belegte Glimmerblättchen zu machen, erreicht man sogleich eine Ansicht der Einwirkung des Wassers auf die Blutkörperchen, welche man übrigens in allen Gröfsen und Entwicklungsverhältnissen auf einmal im ruhigen Bilde vor sich hat und die sich für immer erhält.

Besonders wichtig erscheint es, dafs man all diese Objecte in dem so erhaltenen Zustande noch messen und sogar zeichnen kann, ohne von ihrer Natürlichkeit, wenn sie nur gut getrocknet waren, ein sehr Bedeutendes zu verlieren. Ja es geht sogar so weit, dafs sich durch diese Methode die Gefäfse, Muskeln, der Kauapparat und selbst die Nerven der Räderthierchen, z. B. der *Hydatina senta,* deutlicher erhalten lassen, als es im lebenden Zustande vielen gelungen sein mag. Man kann diese zarten Organismen im Moment des Eierlegens, im Moment des Auskriechens aus dem Ei und in vielen ähnlichen schwer zu belauschenden Lebenszuständen plötzlich antrocknen, und so den Act für jedermann leicht anschaulich machen, auch damit scharf erweisen, dafs die eben auskriechenden Jungen schon die vollendete Form der Alten haben. Ferner habe ich die Verhältnisse des Rüssels und der Geschlechtsorgane in der Monadenfamilie erst recht gründlich erkannt, seitdem ich diese Methode der Aufbewahrung der Objecte angewendet habe und habe bemerkt, dafs oft da zwei Rüssel vorhanden sind und ganz scharf nachgewiesen werden können, wo ich bisher nur einen zweifelhaft zu erkennen meinte.

Zu den völlig auf diese Weise befestigten physiologischen Sätzen rechne ich auch den schlauchartigen die Magen verbindenden Darmkanal der polygastrischen Infusorien. Die mit Indigo oder Karmin erfüllten Paramecien, Kolpoden, Bursarien u. s. w. lassen im wohlgetrockneten Zustande ihre Speisebehälter oder Magen scharf erkennen und zählen. Die eiförmige männliche Samendrüse ihres mittlern Körpers läfst sich nicht so scharf im lebenden als im getrockneten Zustande erkennen. Auch die strahlenförmig sich verbreitenden contractilen Organe des *Paramecium Aurelia* bleiben sichtbar. Oft kann man den hervorgeschobenen Rüssel deutlich erhalten

und ganz leicht erkennt man die reihenweis gestellten Knötchen der ganzen Körperoberfläche, auf denen die Wimpern ruhen und welche die ganze Fläche chagrinirt erscheinen lassen. Die Wimpern selbst sieht man scharf am Körperrande, alles dies aber ansehnlich deutlicher als im lebenden Thiere. Ja die Monaden selbst zeigen getrocknet ihre farbigen Magenblasen, ihre männliche Samendrüse und ihren Rüssel. Das rothe Pigment der Augen entfärbt sich aber nach dem völligen Austrocknen sowohl bei den Räderthieren als den *Polygastricis*, obschon es mehrere Tage lang deutlich sichtbar bleibt. Bei *Nassula* und *Chilodon* lassen sich die Zahncylinder des Mundes recht deutlich für immer festhalten und demonstriren. Aufser letzteren Structurdetails der so kleinen Körper und aufser den farbigen Magenblasen läfst sich aber auch der wirkliche Darmkanal der polygastrischen Thierchen ebenso anschaulich erhalten, wie der der Räderthiere. Es gelang mir besonders gut bei *Ophrydium versatile*, und ich zweifle nicht, dafs eine intensiv darauf verwendete Mühe es bei vielen, vielleicht allen Formen so darstellbar machen wird, dafs man bei Vorträgen es sogleich vorzeigen kann. Die schon mir selbst bisher gelungenen Präparate sind geeignet das Factum an sich bereits völlig zu demonstriren und der Meinung keinen Raum mehr zu gestatten, dafs dieses Structurverhältnifs eine nur individuelle Ansicht sei.

Ganz besonders erfreulich ist es, dafs man auf die angegebene Weise nicht blofs die Gröfse, Form und viele Structurverhältnisse nicht blofs der gepanzerten, sondern der weichsten und zartesten Infusorien zu steter Vergleichung bereit haben kann, sondern dafs sich auch die Farbe vollständig gut erhält. Ich besitze einzelne Präparate, die schon seit Jahresfrist aufbewahrt sind und noch die Farbe wohl erhalten haben. Die liebliche grüne Farbe des *Volvox Globator*, der Euglenen, Pandorinen, Gonien, der grünen Monaden u. s. w. erhält sich seit langer Zeit. Nur das rothe Pigment der Augen verschwindet. Ganz auffallend aber war es mir, dafs die so schön violette Farbe des gallertigen Darmsaftes der *Nassula elegans* und *ornata* sich völlig schön erhält, nur etwas bläulicher wird.

Die angegebene Methode des Trocknens der mikroskopischen Objecte erlaubt aber nicht nur das bisher für unmöglich gehaltene Sammeln aller Arten von Infusorien und deren physiologischen und anatomischen Präparaten, sondern es ist auch auf die feinsten Theile der gröfseren Thiere und

des menschlichen Körpers anwendbar. Die Gefäfse hatte man durch Injection schon erhaltbar gemacht. Es gelingt aber durch rasches Trocknen auch die Elementarfasern der Sehnen, Muskeln und Häute anschaulich zu erhalten. Ich besitze sogar Präparate von gegliederten und cylindrischen Nervenröhren, welche von der Form ein bleibendes Bild geben und den Durchmesser treu erhalten. Man wird also Präparate von seltnen Thieren und pathologische Umbildungen zur Vergleichung sammeln und aufbewahren können. Ebenso besitze ich eine lange Reihe von so wohl getrockneten Blutkörperchen der verschiedenen Thiere, dafs sie die natürliche Form und Gröfse von der platten Seite völlig gut erhalten darstellen und untereinander nützlich vergleichbar sind. Ich besitze überdies eine Reihe von wohl erhaltenen Spermatozoen vieler Thiere, selbst sehr kleiner Insecten ([1]), deren Form durchaus vergleichbar bleibt und ich halte die Anlegung solcher Sammlungen zum Gebrauch für akademische Vorträge für sehr nützlich, so wie sie leicht ausführbar ist.

Um noch anderer sehr zahlreicher, nicht blofs Anwendungen, sondern Resultate zu erwähnen, welche diese Methode des Festhaltens und Aufbewahrens ergeben hat, bemerke ich, dafs man bei solchem Auftrocknen der Süfswasserpolypen (*Hydra*) ganz klar erkennt, dafs die Fangarme mit ihren Wärzchen keineswegs die eigentlichen Fangorgane dieser Thiere sind, sondern dafs aus den einzelnen Wärzchen jener Arme erst noch viel feinere bis $\frac{1}{1000}$ Linie dicke sehr contractile Fäden hervorhängen, an deren Enden Knoten befindlich sind und welche offenbar das Geschäft des Fühlens und Fangens vorzugsweise übernehmen. So sind denn die scheinbaren Saugwarzen gar keine Saugwarzen, sondern nur die Kapseln der contrahirten Fangfäden ([2]).

Ebenso leicht als die genannten thierischen Objecte lassen sich sehr feine Pflanzen-Objecte auf dieselbe Weise sehr rein und scharf anschaulich machen und erhalten. Nur bedarf es dabei oft eines Gegendruckes beim

---

([1]) Neuerlich auch von Mollusken, Balanen, Actinien u. s. w. Spätere Anmerkung.

([2]) Noch neuere Untersuchungen haben mich belehrt, dafs die Knötchen am Ende der feinen Fangfäden aller Hydren birnförmige crystallhelle Körperchen sind, welche mit ihrem dünneren Ende an dem feinen Fangfaden ansitzen und ebenda drei sehr scharfe und lange Widerhaken führen, oder dafs sie geradehin Angeln sind. Vergl. die Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft zu Berlin, 2tes Quartal. 1836. Spätere Anmerkung.

Trocknen, so dafs man 2 Glas- oder Glimmerblättchen aufeinander und das Object dazwischen zu legen hat, bis es völlig trocken ist, so ungefähr, wie man zarte Pflanzen trocknet.

Besonders leicht ist es alle Formen des Pollens und dessen herausgetriebene Schläuche, die Gefäfsformen u. s. w. aufzubewahren.

So lege ich denn hiermit der Akademie in 2 Kästchen, deren jedes in $4\frac{1}{2}$ Zoll Höhe, 2 Zoll Breite und $2\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe 50 Täfelchen und in jedem Täfelchen Raum zu 6 Objecten enthält, die erste Sammlung von 364 Arten von Infusorien, selbst der feinsten Monaden, zu vieljähriger Aufbewahrung und beliebiger Demonstration so zubereitet vor, dafs man die verschiedenen organischen Systeme bei den meisten panzerlosen, selbst bei Monaden häufig wiedererkennt, Form, Gröfse und Farbe aber oft gar nicht, oder doch nicht mehr verändert sieht, als es bei den gröfseren Thieren der zoologischen Museen der Fall zu sein pflegt, wenn man ihre Darstellung schon gelungen nennt.

Nachschrift.

Seit der Vorlegung des Obigen hat sich meine Sammlung von dergleichen Objecten auf 1208 Gegenstände vermehrt. Ich besitze jetzt 456 Arten von Infusorien wohl erhalten und habe diese Präparate, von jeder Art oft 10 bis 100 Specimina in allen Entwicklungsstufen, bei Vollendung des jetzt erscheinenden gröfseren Infusorien-Werkes zur Vergleichung sehr nützlich gefunden, ja ich glaube dem letzteren dadurch einen besonders hohen Grad von Sicherheit und Wahrheit der Darstellung verschafft zu haben. Übrigens habe ich dergleichen Objecte dem pariser Institut sowohl als dem londoner Museum zugesendet und habe einzelne Präparate an viele Naturforscher vertheilt. Bemerken möchte ich noch, dafs ich nun auch die Augenstiele der Medusen und deren Kalkkrystalle aufbewahrt vor mir habe und dafs es sogar möglich geworden ist mit Farbestoffen erfüllte Ernährungs-

organe der Infusorien durch zweckmäfsigen Druck aus dem Körper hervor zu bringen und so frei zu legen, dafs sie nun als freie Organe jedermann beliebig anschaulich sind.

Auf ganz ähnliche Art lassen sich sowohl chemische Producte, als mineralogische und technische mikroskopische Gegenstände zu wiederholter bequemer Beschauung und Vergleichung in kleinem Raume systematisch ordnen und aufbewahren.

Möge denn diese wissenschaftliche conservative Behandlungsweise mikroskopischer Objecte an die Stelle der Spielerei mit Streusand, Zwirnsfäden, Haaren, Flöhen, schillernden Flügeldecken der Insecten u. s. w. treten und die Früchte tragen, welche zu hoffen wohl einiger Grund vorhanden ist.



Zusätze
zur Erkenntnifs grofser organischer Ausbildung in den kleinsten thierischen Organismen.

Von
Hrn. EHRENBERG.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 21. Mai 1835.]

Seit meinen letzten Mittheilungen über die Structur der kleinsten selbstständigen Thierkörper hat sich die Kenntnifs dieser Formen sowohl an Zahl als an Intensität der Übersicht ihrer organischen Verhältnisse wieder ansehnlich gemehrt. Am kürzlich vergangenen 21. April dieses Jahres (1835) habe ich bereits in der hiesigen Gesellschaft der naturforschenden Freunde mit einem mündlichen kurzen Vortrage auf einige der Verhältnisse aufmerksam gemacht, welche ich jetzt in gröfserem Detail vorlegen, mit anderen in Verbindung bringen und vermehren will.

Nach den bisherigen Kenntnissen der thierisch-organischen Bildungen hatte man ein gewisses Recht zu meinen, dafs es Formen gebe, welchen einzelne der organischen Hauptsysteme, wie sie in dem vollendeten Organismus des Menschen, des Maafses und Messers der Schöpfung, erkennbar sind, ganz abgingen. Diesen wichtigen Gegenstand zu einer gröfseren Klarheit zu bringen habe ich mich seit langer Zeit bemüht und meine intensivere Beschäftigung mit den Infusionsthieren und ähnlichen kleinen Organismen beruht auf diesen Bestrebungen. Die gewonnenen Resultate weichen von jenen früheren Ansichten ganz ab und liegen in einer vielleicht schon entscheidenden Reihe der Akademie vor. Allein das wissenschaftliche Interesse auf dem Standpunkte, welchen ich genommen hatte, erheischte dennoch jenen Gegenstand noch nicht fallen und liegen zu lassen und so mögen denn nachfolgende ähnliche Bemerkungen die ähnliche nachsichtsvolle Aufnahme finden.

I.

Über eine bis zu den Monaden hinab darstellbare Duplicität des Geschlechts der Infusorien.

Man hat zwar noch vor Kurzem bestimmt bezweifelt, dafs den Infusorien, als den kleinsten Thierkörpern, ein Geschlecht überhaupt zukomme und die Annahme des Entstehens dieser Formen durch *Generatio spontanea* oder *primaria* liefs die Existenz desselben unnöthig erscheinen. Durch meine früheren Mittheilungen glaube ich aber schon vorbereitet und zu völliger Evidenz erwiesen zu haben, dafs den Räderthieren wenigstens sowohl ein weiblicher Eierstock, als zwei männliche samenbereitende Organe oder Hoden, verbunden durch eine sehr irritable und contractile Samenblase zugestanden werden müssen, und dafs diese Geschlechtsverhältnisse eine überaus grofse Ähnlichkeit mit denen der kleinen Schalkrebse oder *Entomostraca* haben, welche letztere nur dadurch einigermafsen bedeutend abweichen, dafs bei ihnen die Geschlechtsfunctionen auf zwei verschiedene Individuen vertheilt sind, während bei den Räderthieren jedes Individuum beide organischen Verhältnisse und Functionen gleichzeitig enthält. In dieser Hinsicht ist die Organisation der Räderthiere offenbar zusammengesetzter als die der *Entomostraca* und Krebse, welchen beiden Reihen auch die irritablen Samenblasen abgehen. Ja selbst die sämmtlichen Wirbelthiere und der Mensch haben in dieser Beziehung gröfsere Einfachheit im individuellen Organismus. Ich will versuchen dies noch weiter zu entwickeln.

1. Weiblicher Geschlechts-Organismus der Infusorien.

a. Eierstock und Entwicklung des Eies der Räderthiere.

Bei den Räderthieren kann über die wirkliche Function des weiblichen Geschlechts-Apparates kein verständiger Zweifel mehr ausgesprochen werden, denn man sieht zu jeder beliebigen Zeit die Jungen aus den im Eierstocke sichtlich allmälig entwickelten Eiern auskriechen und die leere Eischale zurücklassen. Ich habe aber der Entwicklung selbst noch eine besonders scharfe Aufmerksamkeit geschenkt und bin im Stande darüber folgendes mitzutheilen: Bei den jungen so eben dem Ei entschlüpften Thieren der gemeinen *Hydatina senta* findet sich im hintern Körpertheile der von

mir schon bisher als Eierstock bezeichnete drüsige Körper in der Form eines gestielten Pilzes oder einer länglichen Birne und zeigt im dicken Theile eine feinkörnige, homogene, weifse, etwas undurchsichtige Masse. Nach 3 bis 4 Stunden erkennt man in seinem Innern rundliche hellere Stellen, die sich alsbald mit ihrem allmäligen Erscheinen scharf begrenzen. Diese hellen Stellen sind Eikeime und zwar offenbar zuerst mit blofsem Eiweifs oder der Keimflüssigkeit erfüllte Bläschen. Nach wieder 2 bis 3 Stunden erkennt man in der Mitte jedes der hellen Flecke (Bläschen), in den zuerst entstandenen zuerst, einen dunkeln Fleck, welcher im Verlaufe von einer Stunde sehr deutlich wird und offenbar Eidotter ist. In 5 bis 6 Stunden entwickelt sich der dunkle Fleck im hellen Bläschen so, dafs er die helle Flüssigkeit, welche ihn früher umgab, verdrängt und in seiner Mitte, etwas excentrisch, erscheint ein anderer hellerer runder Fleck. Dies ist der Zustand, in welchem die Eier vom Eierstocke getrennt und ausgeschieden, d. h. gelegt werden. Das Legen der einzelnen Eier folgt sich absatzweise meist in 4 bis 5 Minuten bis 1 Stunde.

Verfolgend die Entwicklung gelegter Eier, die man am Rande der Gläser, worin solche Thiere leben, leicht haben kann, erkannte ich folgende Entwicklungsverhältnisse.

Nach 3 Stunden war allmälig der mittlere hellere Fleck, welcher etwa $\frac{1}{3}$ des Querdurchmessers des Eies einnimmt, verschwunden und die körnige Dottermasse war verändert, zeigte nicht mehr die deutlichen Dotterkörnchen, war aber bis auf eine hellere unsicher umschriebene Stelle an einem Ende des Eies noch homogen. Nach wieder 2 Stunden, also 5 Stunden nach dem Legen, bildet sich in der Mitte des Eies ein dunkler Fleck aus, welcher in der sechsten Stunde nach dem Legen schon deutlich als Schlundkopf mit Kiefer- und Zahnspuren erkennbar ist. In der eilften Stunde nach dem Legen des Eies bemerkte ich die ersten Bewegungen des Fötus, die im Spielen mit den Mundwimpern bestanden. Nach 12 Stunden liefs sich die spiralförmige Lage des ganzen Körpers im Ei deutlich erkennen. Man unterscheidet dann den gegen den Kopf zurückgebogenen Zangenfufs und das Räderorgan scharf. Gleichzeitig erkennt man so kräftige Umdrehungen des ganzen Fötus, dafs man jeden Augenblick das Platzen der Eischale erwartet, welches aber oft noch 2 Stunden dauert. Hiernach ist die ganze Entwicklung, vom ersten Erscheinen des Keimes an, das Werk von 24stündiger

organischer Thätigkeit, so, dafs ungefähr die Hälfte dieser Zeit innerhalb des Mutterleibes, die andere Hälfte aufser demselben abläuft. Schnellere Entwicklung habe ich bei dieser Form nicht beobachtet, wohl aber oft viel langsamere. Um den rascheren Verlauf zu sehen, mufs man die Hydatinen in Wasser halten, worin viel grüne Monaden, *Chlamidomonas Pulvisculus, Euglena viridis,* oder ähnliche Formen leben, die zur reichlichen Nahrung dienen.

Manche Eier überziehen sich bald nach dem Legen mit einer *Hygrocrocis* oder andern Algenform und sehen dann gewimpert aus. Dies hat einen sonst vortrefflichen Beobachter, Wagner, getäuscht, welcher es für Normal-Zustand gehalten (siehe Isis 1832 p. 386. Tafel IV.). Ferner giebt es Eier, welche ganz deutlich zwei Häute haben, eine festere äufsere und eine weichere innere, während man im gewöhnlichen Falle diese beiden Häute nicht deutlich gesondert erkennt. Sowohl die scheinbar gewimperten als die doppelhäutigen mufs man nicht zur Beobachtung der Entwicklung wählen, indem beide Formen sich viel langsamer entwickeln. Ja ich glaube mit ziemlicher Sicherheit ermittelt zu haben, dafs es eine durchgehende Eigenthümlichkeit der Räderthiere ist, zu gewissen Zeiten zweischalige oder mit festerer äufserer zuweilen zackiger Schale versehene Eier zu legen, die vielleicht zum Überwintern oder zum Schutz gegen Austrocknen im trocknen Boden dienen. *Brachionus urceolaris* trägt häufig einfach- und doppelhäutige Eier auf dem Rücken. Viele andere Räderthiere zeigen periodisch dasselbe ([1]).

b. Eierstock und periodische Entwicklung eiartiger Körperchen im Körper der Magenthiere.

Was nun die polygastrischen Infusorien anlangt, so war es mir ebenfalls schon gelungen in ihren Organisations-Gliedern einen Geschlechts-

---

([1]) Rücksichtlich der neueren feineren Unterscheidungen der inneren Theile des thierischen Eies im Allgemeinen dürfte zweckmäfsig sein hier zuzufügen, dafs ich in den schon 1830 publicirten Figuren der Räderthiere auf Tafel VIII. Fig. II. die Dotterbildung im Eibläschen des Eierstockes bei *Hydatina senta* und in den 1832 vorgelegten, 1834 publicirten Figuren anderer Räderthiere dasselbe mehrmals auf Tafel X. dargestellt habe. Der auf Tafel XI. 1834 in den Eiern der *Polyarthra Trigla* angegebene grofse helle und runde Fleck ist, wie es mir die neueren Untersuchungen bestätigt haben, ganz deutlich der Keimfleck im Dotter und in diesem also entwickelt sich der Embryo ganz so wie bei den gröfsten Thieren.

Spätere Bemerkung.

Apparat deutlich zu erkennen. Die Beobachtung von regelmäfsigen kugel- oder eiförmigen periodisch den ganzen Körper des Thieres erfüllenden, zu anderen Zeiten aber fehlenden Körnern, welche in netzförmig anastomosirenden Röhren um den Darm und ganzen Ernährungs-Apparat dieser Formen liegen, läfst sich leicht und zu jeder beliebigen Zeit wiederholen und die oft farbige innere Substanz der Eier (welche wahrscheinlich das Eidotter ist) trägt zur leichten Erkenntnifs dieser Verhältnisse mit bei. Besonders die lebhaft grünen eiförmigen Körperchen, welche viele polygastrische Infusorien in sich entwickeln und ihr periodisches Verschwinden, wodurch ein und dieselbe Thierart, ja dasselbe Individuum, ohne allen Einflufs gefärbter Nahrungsmittel bald farblos wasserhell, bald lebhaft grün erscheint, lassen nicht wohl daran zweifeln, dafs diese Theile des Organismus der Fortpflanzung wirklich dienen. Die Beobachtung des gemeinen grünen Trompetenthierchens (*Stentor polymorphus*) zeigt diese Eier in lebhaft grüner Farbe sehr deutlich und wenn man solche Thierchen in Gläsern einige Tage aufbewahrt, so erkennt man sehr bald zur vollen Überzeugung, dafs viele Individuen sich allmälig der grünen Körner entledigen und fast ganz weifs oder wasserhell werden. Künstlich kann man sich den Act des Ausscheidens selbst deutlich machen, wenn man solche Thierchen auf einem Glastäfelchen mit wenig Wasser beobachtet. Sie werden erst breiter und sondern an irgend einer Körperstelle einige der grünen Körner durch Zerreifsung der Bedeckungen aus. Thut man in diesem Momente etwas neues Wasser hinzu, so runden sie sich meist wieder, der Rifs der Haut schliefst sich und sie schwimmen munter weiter, während sie im andern Falle allmälig ganz zerfliefsen.

Den Act des Gebährens durch die After- und Geschlechtsöffnung zu beobachten gelingt auch, aber nur bei solchen Formen zuweilen leicht, von denen man gleichzeitig viele in das Gesichtsfeld bringen kann, wie bei *Kolpoda Cucullus,* wovon eine Abbildung des Gebähractes bei meinem ersten Vortrage im Jahre 1830 mitgetheilt worden ist.

Es verhält sich nun diese körnige Substanz im Innern des Körpers der Magenthierchen als Eierstock in Rücksicht auf ihre Verbreitung in der ganzen Formenreihe so, dafs dieselbe in allen Familien ohne Ausnahme, dafs sie in den meisten Gattungen und in sehr vielen Arten der letzteren mit Zuversicht neben den durch gefärbte Nahrung deutlich unterschie-

U 2

denen Ernährungsorganen aufgefunden worden sind. Bei vielen Formen ist die grüne, gelbe, blaue oder braune Farbe der Eikörner schon leicht überzeugend für ihre Anwesenheit.

Gewöhnlich werden diese Körner so wie sie sind ausgeschieden, allein ich habe neuerlich auch Formen beobachtet, bei denen mir deutlich wurde, dafs sie zuweilen schon im Innern lebendig werden und also auskriechen, wodurch denn ein Lebendiggebären bedingt wird, wie es bei den Räderthieren an *Rotifer* und *Philodina*-Arten schon ebenfalls erkannt und aufser allen Zweifel gesetzt wurde. Ob bei diesem Lebendiggebären, wie ich es besonders bei *Monas vivipara* sehr auffallend beobachtete, sich auch eine doppelte oder nur einfache Eihaut vom Embryo löst, wie ersteres bei den Räderthieren der Fall ist, war bisher der Kleinheit halber der Beobachtung nicht zugänglich. Übrigens ist ein Umherirren von scheinbarer Brut im inneren Körper in der Bacillarien-Familie eine ebenfalls sehr allgemeine und schon mehrseitig ausgesprochene Erfahrung, nur haben andere Beobachter im letztern Falle diese bewegten Körperchen für Samen oder parasitische Monaden und die Bacillarien selbst für Pflanzen gehalten. Es lassen sich aber so viele entscheidende Gründe für den thierischen Character dieser Formen angeben, die ich neuerlich immer wieder bestätigt und schon öfter angezeigt habe ([1]), dafs hierüber jetzt mehr zu sagen unnöthig erscheint, ja dafs man bei deren genauerer Beobachtung viel geneigter wird, daran zu zweifeln, ob wohl nicht die Oscillatorien und *Confervae conjugatae* auch Thiere sind, als jene offenbaren Bacillarien-Thiere zu den Pflanzen zu stellen. Der wirkliche Act des Auskriechens eines jungen polygastrischen Thieres aus einem solchen Eie, was die Natur dieser Körper ein für allemal feststellen würde, oder auch leere zurückgelassene Eischalen sind noch nicht beobachtet worden, indem die grofse Kleinheit dafür grofse Schwierigkeit bedingt, allein alle erreichbaren Erscheinungen und Beziehungen an denselben bis auf die meist lebhafte oft grüne, gelbe, blaue, braune, rothe oder milchweifse Färbung des Dotters, lassen mit überaus grofser Wahrscheinlichkeit vermuthen, dafs ein solches Verhältnifs statt finde.

([1]) Zuletzt in einer Anmerkung in Poggendorffs Annalen der Physik 1836. p. 223. Spätere Bemerkung.

2. Männlicher Geschlechtsorganismus der Infusionsthiere.

a. Der Räderthiere.

Die Structurverhältnisse aller Infusorien, sowohl der Räderthiere als Magenthiere, sprechen dafür, dafs sie hermaphroditisch sind. Jedes einzelne Individuum bildet Eier und hat überdies einen Apparat im Körper, welcher mit grofser Leichtigkeit und Wahrscheinlichkeit sich mit dem männlichen Geschlechtsorganismus solcher Thierformen vergleichen läfst, die getrenntes Geschlecht haben.

Bei den Räderthieren habe ich die beiden langgestreckten keulenförmigen Samendrüsen, wie sie bei *Cyclops* in den *Entomostracis* leicht sichtbar sind, bereits früher, schon 1830, erläutert und schon damals bemerkt, dafs dieselben aufser den Drüsen und deren gewundenen Ausführungsgängen noch ein besonderes, allen nicht hermaphroditischen Thierformen abgehendes, contractiles blasenförmiges Organ besitzen, welches zur unmittelbaren Übertragung (Ejaculation) der spermatischen Flüssigkeit in den Eierstock sichtlich zu dienen scheint. Dieses blasenförmige contractile Organ der Räderthiere befindet sich allemal an der Stelle, wo die Ausführungsgänge der Samendrüsen (Samenleiter) mit dem Eileiter zusammentreffen, am hintern Ende des Körpers dicht vor der Analöffnung und es ist völlig deutlich sichtbar, dafs derselbe sich zu den Samenleitern gerade so verhält, wie der Uterus zu den Eileitern, oder die Harnblase zu den Ureteren. Beide Samenleiter endigen in dieser contractilen Blase und die Mündung der Blase selbst ist sichtlich in der hintern Wand des Endes des Eileiters (*oviductus*) auf dessen Bauchseite. Die fortgesetzten Untersuchungen haben dieselbe Bildung bei allen wieder vorgekommenen Formen aller Gattungen der Räderthiere ebenfalls auffinden und dasselbe als ein zur Characteristik der ganzen Classe wesentliches Organ erkennen lassen. Gewöhnlich, aber nicht immer, sind an die Samendrüsen (wie es scheint an ein besonderes Gefäfs) die kleinen zitternden Organe geheftet, welche ich als innere Kiemen betrachtet habe. Bei den Rotiferen sind die beiden Samendrüsen eng an den Darm geheftet, gewöhnlicher sind sie frei. Spermatozoen sind mir im Innern der Samenleiter, obwohl ich angestrengt und oft danach suchte, so wenig als in den spermatischen Drüsen bisher anschaulich geworden, aber die Feinheit derselben kann leicht das alleinige Hindernifs ihres Erkennens sein. Den Sporn

im Nacken der Räderthiere halte ich aus den schon früher angegebenen Gründen jetzt mehr als je für eine Respirations-Röhre und meine, man könne sich die nackten sowohl als die gepanzerten Räderthiere dadurch erläutern, dafs man sie als Thiere betrachtet, welche den *Entomostracis* oder Crustaceen im Allgemeinen gleichen, nur nicht mit einem an der Bauchseite offenen, sondern mit einem geschlossenen, nur durch eine kleine Nackenöffnung oder Respirationsröhre durchbohrten, bald weichen, bald harten, die Kiemen einhüllenden Mantel versehen sind. Überdies sind sie nicht getrennten Geschlechts und ohne pulsirende Gefäfse, was sie als eigene Thierklasse hinreichend zu begründen scheint.

b. Der Magenthiere.

Aufser dem der Beobachtung vielseitig zugänglichen Eierstocke der Magenthierchen mit seinen Eikeimen als weiblichen Geschlechts-Apparat habe ich schon vor 3 Jahren (1832) der Akademie Mittheilungen über noch andere Organe im innern Körper einiger dieser Formen vorgelegt und durch naturgemäfse Zeichnungen erläutert (Dritter Beitrag), welche nicht ohne grofse Wahrscheinlichkeit auch einen männlichen Geschlechts-Apparat in jedem Individuum erkennen liefsen. Diese anderen, weder einem Bewegungssysteme, noch einem Ernährungssysteme, noch einem Circulationssysteme, noch auch einem Empfindungssysteme mit Wahrscheinlichkeit anzureihenden Organe waren zweierlei Art. Eine derselben bestand aus einer oder mehreren contractilen Blasen, welche hie und da mit strahlenförmig von ihrem Centrum abgehenden Canälen in unmittelbarer Verbindung sind und eine Verbreitung durch den ganzen Körper der Thiere erkennen lassen. Die andere bestand in einem oder zwei verhältnifsmäfsig grofsen drüsenförmigen Körpern, die gleichzeitig mit jenen fast immer in der Mitte des Leibes jedes Individuums liegen. Zuerst betrachte ich

α. Die bis zu den Monaden hinab sichtbaren contractilen Blasen (männlichen Samenblasen) der polygastrischen Infusorien:

Die besonderen contractilen Organe der Magenthierchen sind schon frühzeitig gesehen, aber nur nicht von den anderen zum Theil ähnlichen Organen dieser Thiere unterschieden worden. Schon Rösel hat sie bei Vorticellen deutlich abgebildet. Ganz neuerlich erst haben sie sich aber

dadurch als besondere Organe von den ebenfalls contractilen Magenblasen scharf unterscheiden lassen, dafs sie nie durch farbige Speise, jenen gleich, sich anfüllen, sondern dann noch völlig klar bleiben, wenn alle Magenbehälter strotzend überfüllt sind. Sie gehören offenbar nicht dem Ernährungssysteme an. Es konnte nur ein Zweifel darüber bleiben, ob man diese Organe mit Herzen und Gefäfsen, oder mit jenen ähnlichen contractilen spermatischen Organen zu vergleichen habe, welche sich bei den Räderthieren vorfinden. Ich habe in dem früheren diesen Gegenstand schon berührenden Vortrage mehr und wichtigere Gründe für die sexuelle Function als für die andere geltend machen zu können gemeint und finde nicht, dafs die in Wiegmanns Archiv für Naturgeschichte Heft I. p. 12. dagegen angegebenen, wonach es doch Herzen sein möchten, sie entkräfteten. Ein würdiger Physiolog verglich mir auch dieselben Organe, welche ich ihm bei *Paramecium Aurelia* zeigte, mündlich mit den baumartigen Respirations-Organen der Holothurien, allein auch dieser Vergleich ist der Starrheit der letzteren und der grofsen Irritabilität der ersteren halber wenig befriedigend. Zu den schon früher ausgesprochenen Gründen gegen beide Meinungen bemerke ich hier noch, dafs der viel zu langsame und ganz unregelmäfsige Rhythmus der Bewegung und der grofse Durchmesser dieser Organe bei fortdauernder Unklarheit von Gefäfsen und Circulation gegen alle Analogie für das Gefäfssystem mit Herzen anstreben und gewifs findet man sehr mit Recht, wie es auch in Wiegmanns angeführter anderer Darstellung nicht unbemerkt bleibt, in der unbeständigen Zahl dieser Organe selbst in den Arten der Gattungen, ein wesentliches Hindernifs für eine Deutung auf Herz und Gefäfse. Dafs diese Organe auch aufser der Zeit der Eibildung thätig sind, scheint mir kein wichtiger Grund gegen die Geschlechtsfunction zu sein, weil die Eibildung meinen Experimenten zufolge durch reichliche Nahrung zu jeder Zeit beliebig künstlich hervorgerufen werden kann, sie also eigentlich wohl beim kräftigen Leben nie von selbst periodisch zurücktritt, sondern nur in Folge der kärgeren Nahrung periodisch passiv beschränkt wird, weshalb sich denn der fortdauernde Reiz wohl leicht als naturgemäfs denken läfst. Die Analogie der contractilen mit den Samendrüsen deutlich in Verbindung stehenden Samenblase der Räderthiere scheint mir noch immer der wichtigste Leitfaden für die Function dieser Organe und somit wären denn auch diese wohl, wie jene, die erweiterten Enden der Samenleiter, welche

sich unmittelbar in die Eileiter oder den Eierstock einmünden, was hier direct zu erkennen sich bisher nur der Sehkraft entzog.

* Verbreitung der contractilen Organe durch die Classe der Magenthierchen.

Rücksichtlich der Kenntnifs der Verbreitung dieser contractilen Organe in der ganzen Formenreihe der polygastrischen Infusorien habe ich seit meinen letzten Mittheilungen viele Fortschritte gemacht, welche die Bedeutung derselben in noch klareres Licht stellen. Beim Druck des letzten Vortrages im vorigen Jahre (1834) erstreckte sich meine Beobachtung derselben auf 24 Formen von Magenthierchen, welche 13 verschiedenen Gattungen und 7 Familien angehörten, nämlich

Familie 1. *Enchelia:* Gattung *Leucophrys;*
2. *Euplota:* — *Euplotes, Himantopus;*
3. *Kolpodea:* — *Kolpoda, Amphileptus;*
4. *Monadina?* — *Urocentrum;*
5. *Oxytrichina:* — *Kerona, Oxytricha, Stylonychia;*
6. *Trachelina:* — *Bursaria, Nassula, Trachelius;*
7. *Vorticellina:* — *Stentor.*

Es haben nun die neueren Untersuchungen gelehrt, dafs sie noch in 8 anderen Familien und vielen anderen Gattungen, nämlich

in der Familie der 1. Amoebaeen,
2. Aspidiscinen,
3. Astasiaeen,
4. Cryptomonadinen,
5. Cyclidinen,
6. Ophryocercinen,
7. Peridinaeen und
8. Volvocinen ebenfalls vorhanden sind, dafs mithin von den 22 Familien, in denen ich die Magenthierchen übersichtlich zu machen versucht habe, 15, also etwa $\frac{2}{3}$ dieselben erfahrungsgemäfs besitzen und nur 7 sie bisher noch nicht haben erkennen lassen. Auch liegen Gründe nahe, wodurch bei den letztern 7 Familien die Auffindung dieser Organe erschwert sein mag, nämlich

1) die Vibrionien sind zu fein, als dafs ihre innere Organisation überhaupt klar erkannt werden könnte,

2) die Arcellinen, 3) Bacillarien, 4) Closterinen, 5) Colepinen und 6) Dinobryinen sind sämtlich Panzerthiere, deren nur durch die Schale zu betrachtende Organe weniger deutlich unterschieden werden,
7) die Ophrydinen oder gepanzerten Vorticellinen habe ich seitdem nicht wieder untersuchen und von neuem darauf prüfen können ([1]).

In all jenen Familien fanden sich bisher schon diese Organe in mehreren Arten der verschiedenen Gattungen und nicht blofs bei den gröfseren, sondern bis zu sehr kleinen Arten der Vorticellen-Familie, ja sogar in mehreren Gattungen der wahren Monaden-Familie. Die Gattung *Urocentrum* rechne ich jetzt nicht mehr zu den Monaden, sondern zu den Vorticellinen, allein dafür treten die noch kleineren Formen der wahren Monaden, nämlich *Polytoma Uvella, Microglena monadina, Monas Guttula* und *tingens*, bei welchen jene Organe stets darstellbar sind, an ihre Stelle.

** Form und Zahl der contractilen Organe der Magenthierchen.

Es war schon früher von mir eine doppelte Form dieser Organe erkannt worden und obwohl sich jetzt die Übersicht über ihre Bildung durch die ganze Thierklasse sehr erweitert hat, so sind doch nicht mehr Verschiedenheiten in derselben zur Kenntnifs gekommen. Diese beiden Formen sind die einfach blasen- oder kugelartige und die sternartige. Bei weitem mehr verbreitet ist die einfach blasenartige, sie ist offenbar die vorherrschende. Die sternartige Form sah ich bisher nur in 5 Arten ebensoviel verschiedener Gattungen deutlich, nämlich in *Paramecium Aurelia, Ophryoglena atra, Glaucoma scintillans* und *Bursaria Leucas,* an welche sich *Nassula ornata* anschliefst, bei der man vielleicht eine dritte Form des Organs, die geperlte nämlich, annehmen könnte. Es hält schwer sich den Zusammenhang dieser Organe mit ihren zubehörigen Systemen klar zu machen. Meine individuelle Ansicht ist folgende: Die contractilen Blasen sind die erweiterten Enden der (noch nicht dargestellten) Samenleiter aus den bekannten und sogleich umständlicher zu bezeichnenden Samendrüsen, Testikeln. In den gewöhnlicheren Fällen münden diese erweiterten contractilen Enden unmittelbar in den Eileiter, wie bei den Räderthieren, daher die ebenso einfache

---

([1]) Ich habe nun auch bei *Ophrydium versatile* 1 bis 2 solcher contractilen Blasen deutlich gesehen. Spätere Bemerkung.

Form. In andern Fällen aber mag wohl der Eierstock in viele Eileiter übergehen, welche sich an der Sexualöffnung (Afteröffnung) wieder vereinigen. Daher könnte wohl die contractile Blase mit den Canälen sternartig verbunden sein, die aus ihr in die verschiedenen Eileiter führten. Dafs diese radienartigen Canäle nicht Zuführungs-Canäle für die contractile Central-Blase sind, ist mir immer wieder auch aus ihrer Bewegung wahrscheinlich geworden und eine Concentration der Radien nach den Samendrüsen hin ist nicht vorhanden. Denkt man sich die contractilen Blasen auch da, wo sie einfach erscheinen, als mit mehrfachen Öffnungen versehen, die sogleich an die Eileiter angrenzen und in sie einmünden, so verschwindet die Schroffheit in den verschiedenen Formen, so hätten denn einige Thiere die Einmündungsstellen aus den contractilen Samenblasen in die Eileiter nur entfernter von der Blase selbst als die Mehrzahl und die Radien wären diese Verbindungstheile. Auch die geperlte Form liefse sich dann leicht einreihen. Doch hier ist das Feld der künftigen Forschung offen und ungeärndtet.

Was die Zahl der contractilen Organe anlangt, so ist zuweilen nur eins vorhanden und das scheint der Primitiv-Zustand wohl aller Individuen zu sein. Es liegt in den verschiedenen Arten zuweilen mehr nach vorn, zuweilen mehr nach hinten, oft in der Mitte, zuweilen seitlich im Körper. Dieser Primitivzustand ist aber nicht der gewöhnliche, vielmehr erkennt man häufiger 2 solcher Organe, zuweilen, jedoch seltner, auch 3 und 4 bei denselben Thierarten. Diese Verschiedenheit beruht, wie ich schon früher auch bemerkt habe, auf dem Vermehrungs-Zustande durch Selbsttheilung. Thiere, welche im Begriff sind sich durch quere Selbsttheilung in 2 Hälften zu spalten, entwickeln zuvor in sich alle Haupt-Organe doppelt. So erscheint denn, eh noch irgend eine äufsere Einschnürung sichtbar ist, Duplicität der contractilen Samenblasen; etwas später theilt sich dann auch die Samendrüse durch Einschnürung, zuletzt erst der äufsere Körper. Drei und vier solcher Organe sind mir nur dann vorgekommen, wenn die Thiere zu doppelter Selbsttheilung, Längs- und Quertheilung, disponirt sind, so sah ich es bei *Paramecium Aurelia* und *acutum* oft und auch bei *Chilodon Cucullulus* und *Nassula elegans* zuweilen. Nur in solchen Fällen scheinen zwei solcher Organe dem individuellen Normal-Zustande anzugehören, wo sie ganz dicht beisammen stehen und deren giebt es allerdings eine, nämlich *Paramecium Kolpoda.* Vielleicht ist es aber nur ein durch eine Strictur getheil-

tes. Zuweilen ist die Disposition zu schnell fortgehender Selbsttheilung so grofs, dafs die Thiere schon in den Theilen, noch eh sie sich vollständig getrennt haben, wieder Duplicität der Organe zeigen.

Endlich ist zu bemerken, dafs die verschiedenen Thierarten einer und derselben Gattung in der Lage dieser Organe sowohl, als in ihrer Form und häufigen Zahl sehr von einander abweichen. Nur *Ophryoglena atra,* nicht eine andere Art der Gattung, hatte die sternartige Form. Ebenso hatte nur *Paramecium Aurelia* die Sternform, während die übrigen Arten der Gattung die einfache Blasenform zeigten. Ebenso ist es mit der geperlten Form bei *Nassula.* Diese Verschiedenheiten der Lage und Form bei den Arten einer Gattung läfst allerdings die Ansicht, als wären die contractilen Organe Herzen, abgesehen von allen übrigen Gegengründen, weniger annehmbar erscheinen, aber dafs dergleichen Differenzen der Einmündung und Form der spermatischen Hülfsorgane bei den Arten von einerlei Gattungen vorkämen, scheint weniger anstöfsig in Rücksicht auf die allgemeineren Bildungsgesetze der thierischen Organismen.

β. Die bis zu den Monaden hinab sichtbaren Drüsen (männlichen Samendrüsen) im Körper der polygastrischen Infusorien.

Die verhältnifsmäfsig ansehnlich grofsen drüsenförmigen Organe im Körper der Magenthierchen erwähnte ich bereits in gleichem Sinne, als sexuelle, in meinem Vortrage von 1832 pag. 32 und 182, habe sie auch damals schon abgebildet, allein ich kannte sie nur bei wenigen Arten. Es waren deren 5: *Chilodon Cucullulus,* die 3 *Nassula*-Arten und nachträglich *Paramecium Aurelia.* Bei einigen *Stentor*-Arten hatte ich sie zwar gesehen und abgebildet, aber ich war nicht sicher über die Deutung. Seitdem habe ich mich nun überzeugt, dafs dergleichen grofse Drüsen, die doch den Zweck irgend einer wichtigen organischen Absonderung haben mögen, bei allen polygastrischen Infusorien zu erkennen waren, deren Beobachtung ich mit der nöthigen Ruhe wiederholen konnte und die nicht in undurchsichtigen Bedeckungen ein bestimmtes Hindernifs zeigten. Ich habe dieselben bis zur Gattung der Monaden und in deren mit zu den kleinsten gehörigen Formen auffinden können und habe allmälig beobachtet, dafs sie zwar bei allen Individuen einer und derselben Thierart sich immer vollständig gleich bleiben, allein bei verschiedenen Arten einer und derselben Thiergattung zuweilen

sehr merkwürdig verschieden gestaltet sind. So sind diese Drüsen bei *Stentor niger* allemal einfach kugelförmig, bei *Stentor Mülleri* allemal seidenschnurförmig und gebogen, bei *Stentor polymorphus* allemal perlschnurförmig u. s. w.

Überhaupt haben sich bei einer übersichtlichen Betrachtung 8 verschiedene Formen dieser Drüsen feststellen lassen:

1) Die Kugelform, vorkommend in 29 Gattungen: *Acineta tuberosa, Amoeba verrucosa, Amphileptus Anser, Fasciola,* die Arthrodesmen, *Chilodon aureus, uncinatus* und *ornatus, Chlamidomonas Pulvisculus, Chlorogonium euchlorum, Closterium? Cryptomonas erosa, Cyclidium Glaucoma, Euplotes Charon, appendiculatus, Gonium pectorale, Kerona Polyporum, Kolpoda Cucullus, Leucophrys patula, pyriformis, carnium,* die Micrasterien, *Monas Guttula, vivipara, tingens, Nassula ornata* und *aurea, Ophryoglena acuminata, Pandorina Morum, Paramecium Chrysalis, Kolpoda, Stentor niger* und *aureus, Synura Uvella, Tessararthra moniliformis, Trachelius Anas, vorax, Uroglena Volvox, Urostyla grandis, Volvox Globator, aureus, stellatus, Xanthidium aculeatum, fasciculatum* und *furcatum.*
2) Die Eiform, vorkommend in 15 Gattungen: *Bursaria vernalis, intestinalis, Chilodon Cucullulus, Chlamidodon Mnemosyne, Cryptoglena conica, Cryptomonas ovata, cylindrica, Euplotes Patella, Glaucoma scintillans, Kolpoda Ren, Loxodes Bursaria, Nassula elegans, Oxytricha rubra, Pellionella, Paramecium Aurelia, acutum, compressum, Peridinium Tripus, Stylonychia Mytilus, pustulata, lanceolata, Trachelius Meleagris.*
3) Die Scheibenform oder Linsenform, vorkommend in 1 Gattung: *Euglena Pleuronectes* und *longicauda.*
4) Die Nierenform, vorkommend in 3 Gattungen: *Bursaria Entozoon, Trichodina Pediculus* und einigen Vorticellen, wo sie an die Bandform gränzt und aus dieser verkürzten entsteht.
5) Die Bandform oder Seidenschnurform, meist gebogen vorkommend in 8 Gattungen: *Bursaria truncatella, Ranarum, Epistylis plicatilis, flavicans, leucoa, Microglena monadina, Ophrydium*

versatile, **Prorodon** *niveus*, **Stentor** *Mülleri*, **Trachelius** *Ovum*, **Vorticella** *nebulifera*, *microstoma*, *fasciculata*, *Campanula*.

6) Die Perlschnur- oder Paternosterschnurform ausgezeichnet in 3 Gattungen: im **Amphileptus** *moniliger*, im **Spirostomum** *ambiguum* und im **Stentor** *polymorphus* und *caeruleus*. Vielleicht gehört hierher auch *Closterium*.
7) Die Stäbchenform kommt als mehrere neben einander liegende Stäbchen oder als eckige, fast kugliche (kurz prismatische) Körperchen in 2 Gattungen bei **Amblyophis** *viridis*, **Euglena** *viridis*, *deses* und *Acus* vor. Endlich
8) Die Ringform. Diese hat sich nur in 1 Gattung, bei **Euglena** *spirogyra* erkennen lassen.

Um auch eine Übersicht des Vorkommens dieser so bestimmten und festen Organe nach den Familien zu erleichtern, theile ich folgendes Verzeichnifs mit:

1) In der Familie der Monadinen wurden sie beobachtet in **Monas** *Guttula*, *vivipara* und *tingens*, ferner bei **Microglena** *monadina*.
2) Bei den Cryptomonadinen oder Panzermonaden in **Cryptomonas** *ovata*, *erosa*, *cylindrica*, **Cryptoglena** *conica*.
3) Bei den Volvocinen in **Pandorina** *Morum*, **Gonium** *pectorale*, **Synura** *Uvella*, **Chlamidomonas** *Pulvisculus*, **Uroglena** *Volvox*, **Volvox** *Globator*, *aureus* und *stellatus*.
4) Bei den Vibrionien fehlt die Beobachtung.
5) Bei den Closterinen gehören dahin vielleicht die hellen drüsigen Kugeln (scheinbaren Blasen), welche in der Mitte mehrerer Arten von **Closterium** in einfacher Reihe, bei andern weniger regelmäfsig geordnet liegen.
6) Bei den Astasiäen sah ich sie in **Amblyophis** *viridis*, **Euglena** *Spirogyra*, *Acus*, *viridis*, *Pleuronectes*, *longicauda* und in **Chlorogonium** *euchlorum*.
7) Bei den Dinobryinen sind sie noch nicht erkannt.
8) Bei den Amöbäen in **Amoeba** *verrucosa*.
9) Bei den Arcellinen unbekannt.
10) Bei den Bacillarien scheinen sie in **Micrasterias** *Tetras*, *hexactis*, *heptactis*, *Boryana*, *tricyclia* und *elliptica*, ferner in allen Arten von

Arthrodesmus, in *Tessarathra moniliformis*, in *Xanthidium fasciculatum*, *furcatum* und *aculeatum* und in *Acineta tuberosa* erkannt zu sein.

11) Bei den Cyclidinen zeigten sie sich in *Cyclidium Glaucoma*.

12) Bei den Peridinaeen in *Peridinium Tripus*.

13) Bei den Vorticellinen in allen Arten von *Stentor*, in *Trichodina Pediculus*, *Vorticella nebulifera*, *microstoma*, *Campanula*, *fasciculata*, *Epistylis plicatilis*, *flavicans*, *leucoa* und *nutans*.

14) Bei den Ophrydinen in *Ophrydium versatile*.

15) Bei den Enchelien in *Leucophrys patula*, *pyriformis*, *carnium* und *Prorodon niveus*.

16) Bei den Colepinen fehlt die Beobachtung.

17) Bei den Trachelinen zeigten es *Trachelius Anas*, *vorax*, *Meleagris*, *Ovum*, *Loxodes Bursaria*, *Bursaria truncatella*, *Entozoon*, *Ranarum*, *intestinalis*, *vernalis*, *Spirostomum ambiguum*, *Glaucoma scintillans*, *Chilodon aureus*, *Cucullulus*, *uncinatus*, *ornatus* und die 3 *Nassula*-Arten.

18) Bei den Ophryocercinen sind sie in *Amphileptus Anser*, *moniliger*, *Fasciola*.

19) Bei den Aspidiscinen in *Aspidisca denticulata*.

20) Bei den Kolpodeen in *Kolpoda Cucullus*, *Paramecium Aurelia*, *caudatum*, *Chrysalis*, *Kolpoda*, *compressum*, *Ophryoglena acuminata*.

21) Bei den Oxytrichinen in *Oxytricha rubra*, *Pellionella*, *Kerona Polyporum*, *Urostyla grandis*, *Stylonychia Mytilus*, *pustulata*, *lanceolata*.

22) Bei den Euploten in *Chlamidodon Mnemosyne*, *Euplotes Patella*, *Charon*, *appendiculatus*.

Es geht hieraus hervor, dafs die drüsigen Organe eine eben so allgemeine Verbreitung durch die ganze Classe der Magenthierchen zeigen, als die contractilen. In bei weitem den meisten Fällen wurden beide gleichzeitig erkannt. Von den 22 Familien sind nur 4 (Vibrionien, Dinobryinen, Arcellinen und Colepinen) der Beobachtung unzugänglich geblieben, dieselben deren Gröfsen- und Durchsichtigkeits-Verhältnisse überall Schwierigkeit der Anschauung ihres Organismus geben. Die Closterinen und Bacillarien

haben zwar keine den contractilen Blasen vergleichbaren Theile mit Bestimmtheit erkennen lassen, aber doch den Drüsen vergleichbare.

Somit ist denn die Anwesenheit dieser drüsigen Organe als nie fehlende Körpertheile als ein festgestelltes und sicheres Factum anzusehen. Es kann sich nur noch darum handeln, ihren Einflufs auf den Organismus zu beurtheilen und immer schärfer zu ermitteln. Da die Zartheit der hier abzuhandelnden Objecte bisher nicht erlaubte, den Gefäfs-Zusammenhang dieser Organe mit den übrigen Körpertheilen direct zu erkennen, so sei es erlaubt vorläufig mit Hülfe der bei anderen nicht allzufern stehenden etwas gröfseren Thieren vorkommenden analogen Organe noch bestimmtere Erklärung zu versuchen und weitere bedächtige Forschung einzuleiten.

Es bedarf keiner sehr scharfen Untersuchung um eine grofse Ähnlichkeit im Baue der Saugwürmer, *Trematodea,* und der polygastrischen Infusorien zu erkennen, obschon beide Formen-Reihen sich von einander scharf sondern. Zwischen beiden liegen offenbar die Planarien. Wenn man daher versucht diese nächstverwandten Thierformen durch einfache Vergleichung ihres Baues in den einzelnen organischen Systemen gegenseitig zu erläutern, so geht man offenbar auf geradem und zweckmäfsigem Wege.

Bojanus entdeckte 1821 im *Distomum lanceolatum* zwei grofse gelappte Drüsen. Mehlis und Laurer sahen deren Ausführungsgänge sich in den männlichen *Cirrus* der Sexualmündung öffnen. Diese Beobachtung ist bei anderen Formen von Gurlt (Pathologische Anatomie der Haus-Säugethiere bei *Distomum alatum*), Burmeister (Wiegmanns Archiv für Naturgeschichte 1835. p.187. bei *Distomum globiporum*) und von mir selbst an denselben Distomen wiederholt und bestätigt worden ([1]). Es ist dadurch festgestellt, dafs die beiden grofsen Drüsen der Trematodeen dem männlichen Sexualsysteme angehören und die eigentlichen Samendrüsen oder *Testes* sind. Ganz ähnliche kugelförmige drüsige grofse Körper finden sich, meinen eigenen Untersuchungen zufolge, im mittleren Körper mehrerer Planarien-Formen und auch da liefsen sich deren Ausführungsgänge nach der männlichen *Spicula* und Sexualöffnung hin verfolgen. In beiden Fällen zeigen diese drüsigen Kör-

---

([1]) Dasselbe ist auch von Nordmann (Micographische Beiträge) und neuerlich von Siebold in Wiegmanns Archiv 1836 p. 217 beobachtet worden. Spätere Bemerkung.

per die ganz ähnliche Form, verhältnifsmäfsige Gröfse und gleiche Stellung, wie die drüsigen Organe der polygastrischen Infusorien.

Sammelnd das Resultat all dieser Beobachtungen und Darstellungen glaube ich nun, dafs es nicht mehr gewagt ist, diese Drüsen auch bei den Infusorien männliche Samendrüsen zu nennen und es scheint durch obige Untersuchungen die Duplicität des Geschlechts durch die ganze Classe der Magenthierchen bis zu Monaden nachgewiesen zu sein, welche, wie *Monas tingens*, $\frac{1}{300}$ und, wie *Volvox Globator*, $\frac{1}{500}$ einer Linie im Durchmesser führen.

II.

Über ein bisher unbekanntes kranzartiges Gefäfsnetz am Kopfe der Räderthiere, und das Gefäfssystem dieser Thiere im Allgemeinen.

Unter den organischen Systemen der kleinsten Thiere hat das Gefäfssystem bisher sich der Betrachtung mehr als alle übrigen Systeme entzogen. Die Kenntnifs desselben ist noch weit hinter der Ausdehnung zurück, welche es selbst im roheren Umrifs haben zu müssen scheint. Zwar ist es mir schon vor 6 Jahren gelungen mehrere Theile desselben anschaulich zu erhalten und ich habe sowohl Beschreibungen als Zeichnungen davon damals mitgetheilt, allein, dafs jene Erkenntnisse nur einen so kleinen Theil umfafsten, dafs eine Beurtheilung der Form des ganzen Systems unmöglich war, liefs sich nicht überwinden. Es schien damals schon etwas und nicht wenig gewonnen zu sein, wenn nur Spuren desselben zur klaren Ansicht kamen, die einen weiteren Verlauf ahnen liefsen.

Seit jenen ersten Mittheilungen habe ich die Aufmerksamkeit immer von Neuem auf dieses System mit besonderer Schärfe gelenkt und in den zum dritten Beitrage für die Kenntnifs dieser Organisationen gegebenen Abbildungen finden sich die Fortschritte angegeben, welche bis dahin gelungen waren. Der wichtigste Fortschritt war ohne Zweifel das Respirationssystem, oder die Reihe von zitternden kiemenartigen Organen, welche jederseits meist die Samendrüsen begleiten. Besonders auffallend wurden die Formen, welche diese zitternden Kiemen, von den Samendrüsen gesondert, an freien Gefäfsen angeheftet erscheinen liefsen, deren letzteren Durchmesser

ebensogrofs und gröfser war als der der Kiemen, was einen Grund mehr abgiebt warum diese zitternden Organe nicht wohl die Function von Herzen haben können, indem die Herzen doch dicker sein müssen, als die von ihnen abgehenden Gefäfse, wenn sie zum Blutumlaufe gehörig wirken sollen.

Aus den ersten Untersuchungen schien hervorzugehen, dafs ein Längsgefäfs die Quergefäfse so verbinde, wie die Rückengefäfse der Insecten und dafs ein grofser Theil der Blutflüssigkeit frei in der ganzen oder einem Theil der Bauchhöhle befindlich sei, wozu die Daphnien und Krebse einige Analogie boten. Späterhin ergab sich dafs der innere Raum der Bauchhöhle dem äufseren Wasser zugänglich zu sein scheine und die aufgefundenen Kiemen-*Analoga* bestätigten in dieser Ansicht. So mufste die Idee aufgegeben werden, dafs das Blut frei im Körperraume sei. Ferner wurde es allmälig anschaulicher und wahrscheinlich, dafs das Längsgefäfs auf der Mitte des Rückens der Thiere kein wahres Gefäfs, sondern ein Längsmuskel sei, dessen Contractionen sich erkennen liefsen. So bleiben nur die Quergefäfse übrig, ohne irgend einen Zusammenhang mit den Kiemengefäfsen und den andern Körper-Organen erkennen zu lassen.

Die neueren Fortschritte bestehen darin, dafs sich ein kranzartiges Gefäfsnetz am Kopfe vieler Räderthiere hat erkennen lassen, welches ganz offenbar den Charakter von Gefäfsen trägt. Zuerst trat es bei der grofsen *Notommata Myrmeleo* hervor, dann fand es sich bei *Diglena lacustris* und bei *Notommata Syrinx* in ganz ähnlicher Form und Lage. Neuerlich ist es von mir auch bei *Hydatina senta* nnd *Otoglena* erkannt worden. Man erkennt dieses sehr zarte Netz nur im ausgedehnten Zustande des ganzen Räderorgans dicht hinter dem Wimperkranze. Die Gefäfszweige, welche das Netz bilden, sind zwar nicht allzufein, aber ihre Durchsichtigkeit und Flachheit erschwert das Erkennen sehr. Hat man es einmal gesehen, so findet man es wie vieles andere immer leicht wieder.

Von diesem Gefäfsnetze nun gehen frei liegende feine einfache Fäden, Längsgefäfse, zu einigen, vielleicht allen Quergefäfsen des Rückens. So erscheint es bei *Notommata Myrmeleo*, wo an das erste Quergefäfs 2 dieser Fäden gehen. Ebenso ist es bei *Notommata Syrinx*. Auch bei *Hydatina senta* gehen einfache Fäden von diesem Geflechte dem inneren Körper zu. Überdiefs hat sich nun immer deutlicher erkennen lassen, dafs alle gröfseren inneren Organe durch ein freies Netz sehr feiner Fäden, die wahrscheinlich

Gefäfse sind, locker umsponnen und mehrseitig befestigt sind. Bei *Hydatina senta* wird es ferner noch deutlich, dafs aus der Mitte jedes Quergefäfses des Rückens ein Gefäfs-Faden in gerader Richtung vom Quergefäfse nach dem Darme hingeht und mit seiner Richtung diesen und das Quergefäfs im rechten Winkel schneidet. Diese quer laufenden freien Gefäfse scheinen auch durch das lockere Darmnetz sich mit dem Respirations-Systeme zu verbinden und den Zusammenhang desselben mit den peripherischen Quergefäfsen zu bilden.

Bei *Hydatina senta* sehe ich noch zwei bestimmte gefäfsartige einfache parallele Fäden vom Darme nach dem Zwischenraume zwischen dem After und dem nächst vor diesem gelegenen Quergefäfse gehen und ebenso 2 weit zartere Fäden von da nach innen wieder abgehen. Auch geht ein bestimmter gefäfsartiger Doppelfaden vom letzten Quergefäfse von der Bauchseite schief bei den Zangenmuskeln vorbei nach oben und hinten.

Dies ist was sich über das Gefäfssystem bis jetzt nachtragen liefse. Möge es so lange, bis eine gründliche Einsicht in den Zusammenhang dieses ganzen organischen Systemes erlangt ist, dazu dienen bemerklich zu machen, dafs es nicht an vielfacher Zusammensetzung desselben, sondern nur an der mühsamen Theilnahme Vieler fehle, um die gewünschte Kenntnifs wirklich zu erlangen. Hieran schliefsen sich

III.

Nachträge zur Formenkenntnifs der kleinsten Organismen.

In den bisherigen Mittheilungen über die Infusorien habe ich 547 Arten, nämlich 394 Magenthierchen und 153 Räderthierchen verzeichnet. Die fortgesetzten Beobachtungen haben mir seitdem wieder eine sehr ansehnliche Zahl bisher unbekannter Formen zur Ansicht gebracht, die ich sogleich gezeichnet und rücksichtlich ihres Organisationsgehaltes möglichst scharf geprüft habe. Es sind nämlich wieder 98 Arten von Magenthierchen und 10 Arten von Räderthierchen, deren Zeichnungen ich hierbei vorlege und von denen ich viele Formen nach der so eben mitgetheilten Methode besser als es früher gelang habe aufbewahren können. Mit diesen Beobachtungen steigt nun die Zahl der bekannten Arten von Infusorien der beiden Classen auf 655. Von diesen gehören 492 zu den *Polygastricis* und 163 zu den Ro-

tatorien. Schon aus diesen Zahlen geht hervor, dafs die Formenmasse der Magenthierchen, deren Kenntnifs sich in gleicher Zeit wieder um das Zehnfache stärker gemehrt hat, in der Natur in ansehnlich gröfserer Menge vorhanden sein mögen, als die Räderthierchen.

Da ich durch die wissenschaftliche Theilnahme des Herrn Buchhändlers Leopold Vofs in Leipzig in den Stand gesetzt werde die sämtlichen Arten der beiden physiologisch so interessanten und in den Haushalt der Natur, ihrer unbegreiflichen Menge der Individuen halber, offenbar tief eingreifenden Thierklassen nach meinen Handzeichnungen in Kupfer stechen zu lassen und mit dem nöthigen erläuternden Texte zu begleiten, so dafs ein zusammenhängender Codex aller sicher erkannten Species dieser mikroskopischen Thierwelt in Kurzem zu Stande kommen wird, so halte ich für unnöthig, dafs die neuen jetzt vorgelegten Formen vorher schon bekannt gemacht würden und ich beschränke mich denn auch rücksichtlich speciellerer Mittheilungen über dieselben nur auf die Charakteristik der neuen *Genera* und Arten in Hinsicht auf ihren physiologischen Werth und Einflufs.

I. PHACELOMONAS *Pulvisculus* N. G.

Für die Monaden-Familie ist eine neuerlich vorgekommene Form wichtig, welche anstatt eines einfachen Rüssels deren viele hat. Ich zählte meist 10. Es ist dieselbe Form, welche ich früher in den Jahren 1828 bis 1830 häufig beobachtete und damals, auch noch im ersten Verzeichnifs der Infusorien, *Monas Pulvisculus* nannte. Ich erkannte schon damals vorn offenbar nicht einen einfachen Faden, sondern viele Fäden, welche wirbelnd zur Fortbewegung und zum Fange dienen. Gröfse und Farbe sind der *Chlamidomonas Pulvisculus*, die ich später für dasselbe hielt, sehr ähnlich, nur ist die Form mehr einem kurzen Kegel gleich, dessen stumpfe Spitze den Hinterleib bildet. Dieses Thierchen hat auch ein sehr deutliches rothes Auge und ebenfalls eine deutliche runde Samendrüse. Für Systematik hat diese Form den besonderen ansehnlichen Einflufs, dafs sie die Bildung mit einem einfachen fadenförmigen Rüssel genauer mit der anderen verknüpft, welche anstatt des Rüssels Wimpern, das ist also viele Rüssel, um den Mund zeigt, so dafs eine Eintheilung der polygastrischen Infusorien in Rüsselthiere und rüssellose (gewimperte) sich, wie andere, ebenfalls als der gewünschten Schärfe entbehrend zu erkennen giebt, zumal da es auch viele Formen constant mit 2 Rüsseln giebt und da eine Duplicität des Rüssels selbst bei vielen

einrüsseligen, welche Längstheilung haben, periodisch eintritt. Ich nenne diese neue Form *Phacelomonas*, Wedelmonade und bin der Meinung, dafs sie wohl mehr als *Chlamidomonas Pulvisculus* die eigentliche *Monas Pulvisculus* von O. F. Müller sei, deren Abbildung einen länglicheren Körper anzeigt.

Monas *vivipara* n. sp.

Diese neue Form der bekannten Gattung hat das schon oben erwähnte und im Special-Namen ausgedrückte physiologische Interesse, dafs sie lebendige bewegte Junge mit sich führt, was keine der früheren zeigte. Sie hat übrigens alle Charaktere der Gattung, auch den fadenförmigen einfachen Rüssel und eine kugelförmige Samendrüse, welche bei der Selbsttheilung sich spaltet. Formen, welche, zur Selbsttheilung vorbereitet, oft nur erst leicht eingeschnürt sind, zeigen schon, anstatt eines Rüssels am Munde, deren zwei. Sie ist gröfser als *Monas Guttula* und kleiner als *Monas grandis*, mifst $\frac{1}{96}$ bis $\frac{1}{52}$ Linie und hat eine kuglige Form.

II. CHLOROGONIUM *euchlorum*. N. G.

Für die Familie der Astasiäen ist eine neue Form interessant, welche anstatt des einfachen peitschenartigen Rüssels, den alle Astasien und Euglenen führen, constant deren 2 hat. Es ist also eine *Euglena* mit doppeltem Rüssel. Diese Form, welche ich früher nie gesehen, bildet seit einem Jahre in Berlin die gröfste Masse der grünen Färbung stehenden Wassers und gehört sonach zu den Thieren, welche nach dem Tode die Priestleysche grüne Materie bilden. Mit dem spitzen Hinterleib hängen sich oft mehrere zusammen und bilden rollende Beeren, wie *Uvella*. Ein rothes Auge und eine kuglige Samendrüse sind leicht zu erkennen. Das erstere ist aber fein. Gröfse dieses *Chlorogonium* $\frac{1}{96}$ bis $\frac{1}{24}$ Linie.

III. CYPHIDIUM *aureolum*. N. G.

Für die Familie der gepanzerten *Proteus*-Formen oder der Arcellinen ist eine neue Form vorgekommen, welche sich durch einen nicht in fadenförmige Fortsätze sich ausdehnenden, sondern nur unförmlich ausbreitenden Fufs auszeichnet. Die Panzerbildung ist auch eigenthümlich, mit vielen, meist 4 vorherrschenden Höckern, weshalb der Name *Cyphidium*, Höckerthierchen, gewählt ist. Das Bewegungsorgan, welches wenig vortritt und, wie bei allen Arcellinen, oft schwer zu sehen ist, gleicht dem

Fufse einer Sohlenschnecke und bildet die Übergangsform zu dem gleichen Organe der Bacillarien.

Zur Familie der Bacillarien sind mehrere mir neue Körper getreten, welche sich durch Gattungscharaktere auszeichnen, als:

IV. PENTASTERIAS *margaritacea.* N. G.

Diese sehr niedliche Form steht in der Nähe von *Desmidium* und *Staurastrum,* hat aber nicht eine dreikantige Gestalt, wie jenes, noch eine vierkantige, wie dieses, sondern ist fünfkantig. Liegt es auf der flachen Seite so bildet es einen fünfstrahligen Stern. Ich habe es bisher nur einzeln gesehen, habe es, wie die obigen alle, getrocknet aufbewahrt, und vermuthe dafs es auch bandartig vorkommen mag.

V. COCCONEIS *Scutellum.* N. G.

——— *undulata.* n. sp.

Zwei den *Naviculis* verwandte Formen, welche nicht prismatisch sind, sondern flache Kugelsegmente darstellen und die mittlere Öffnung der *Navicula* nicht auf beiden, sondern nur auf einer Seite haben. Beide Formen sitzen, wie *Coccus,* mit der flachen Seite auf Ceramien des Meeres und *Lemna*-Wurzeln der Sümpfe, die sie zuweilen ganz bedecken. Sie gehören zu den kleineren Bildungen, indem sie $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{24}$ Linie messen.

Ich berühre nur die neuen Gattungen schon bekannter Formen:

VI. PYXIDICULA *operculata.* (*Frustulia* Agardh.)

VII. TESSARATHRA *moniliformis.* (*Tessarthonia* Turpin.)

VIII. ODONTELLA Agardh mit einer neuen Art.

IX. STRIATELLA Agardh.

X. PODOSPHENIA, so nenne ich jetzt die keilförmigen mit kurzem Fufse ansitzenden prismatischen Stäbchen, während ich die ähnlichen immer frei umherkriechenden zur Gattung *Meridion* ziehe, welche, bei gröfserer Entwickelung ihrer bandartigen Form durch Längstheilung, nothwendig zu der so auffallenden, fast ringartigen Spirale werden müssen, welche das keineswegs ringförmige *Meridion vernale* zeigt. Die gestielten und verzweigten keilförmigen prismatischen Körper sind *Gomphonemata.*

XI. TESSELLA *Catena.* N. G.

Eine neue, *Achnanthes* nah verwandte, aber fufslose Gattung, welche sich, wie *Bacillaria tabellaris,* in Täfelchen spaltet, die an einem Ende noch eine zeitlang zusammenhängen und am anderen klaffen.

XII. SYNCYCLIA *Salpa.* N. G.

Bei dieser sehr ausgezeichneten Bildung findet man die Form der *Navicula* als kleine Röhren entwickelt, welche durch Längstheilung der Individuen entstehen. Jedes Individuum theilt sich so in mehrere concentrische Theile, dafs ein leerer Raum in der Mitte bleibt. Diese Formen gleichen der zusammengesetzten Brut der Salpen-Schnecken und sind in gestaltlose von ihnen ausgeschiedene Gallerte gehüllt, die nicht ihr Keimstock ist.

Zur Familie der Peridinaeen hat sich eine Form mit Augen gefunden:

XIII. GLENODINIUM *cinctum.* N. G.

Das *Peridinium cinctum, Trichoda cincta* Müller, ist neben dieser Form, der es sehr ähnlich und an Gröfse gleich ist, auch vorhanden. Bei beiden ist ein fadenförmiger Rüssel sichtbar geworden, welcher zu den festen Characteren der Gattung zu gehören scheint. Jedes Individuum besitzt einen rothbraunen, hufeisenförmigen Pigmentfleck als Augenpunkt.

XIV. OPERCULARIA *articulata* Goldfufs.

Aus der Familie der Vorticellinen ist mir erst in diesem Frühjahr das sonderbare schöne Thierchen zur Anschauung gekommen, welches mehrere der älteren mikroskopischen Beobachter beschäftigt hat und das Baker schon gekannt zu haben scheint, nämlich *Opercularia articulata* von Goldfufs. Eichhorn hatte nur ein einzelnes Thierchen gefunden, aber viel schöner war es schon 1755 von Roesel abgebildet. Es ist der Afterpolyp mit dem Deckel, *Hydra opercularia* Linné, *Vorticella opercularia* Schrank, *Opercularia articulata* Goldfufs 1820, *Operculina Roeselii* Bory 1824. Wer der Vervielfältigung der Gattungen abhold ist könnte es zur Gattung *Epistylis* rechnen, allein da offenbar ein neues Organ bei diesem Thierchen hinzutritt, welches den übrigen *Epistylis* und Vorticellen-Arten fehlt, nämlich der ganz eigenthümliche starke Muskel, welcher den vordern *Discus* (Oberlippe) bewegt und bei schwacher Vergröfserung einem Stiele eines Deckels gleicht, so bin ich geneigter den von Goldfufs zuerst vorgeschlagenen besondern Gattungsnamen aufzunehmen. Ich fand es auf einem *Dyticus marginatus* in grofser Menge und habe es getrocknet ziemlich gut erhalten können. Diese Form ist physiologisch dadurch besonders interessant, dafs man bei ihr den Verlauf des die polygastrischen Magenblasen verbindenden Darmkanals beim Füttern mit farbiger Substanz ganz leicht und deutlich zur Ansicht erhält.

Bei der Familie der Trachelinen ist zu bemerken, dafs ich die in dem so eben 1835 erschienenen sehr fleifsigen Werke von Purkinje und Valentin, über die Flimmerbewegungen pag. 43, unter dem neuen Gattungsnamen *Opalina Ranarum* beschriebene Form von der Gattung *Bursaria,* zu welcher ich sie früher zweifelnd zog, mit den ähnlichen anderen schon unter dem Namen *Frontonia* abgetrennt hatte und dafs mithin wohl der letztere Name beibehalten werden mufs. (Dritter Beitrag zur Erkenntnifs der Organisation im kleinsten Raume 1832-1834, pag. 93.) Übrigens ist für die Wimperform und das Wirbeln der Oberfläche, welches bei den Infusorien überhaupt auf deutlicheren organischen Verhältnissen beruht, besonders *Paramecium Chrysalis* zu weiterer Vergleichung sehr zu empfehlen. Bei den grofsen Räderthieren: *Megalotrocha, Melicerta, Limnias* u. s. w. bleibt kein Zweifel über die von mir früher erläuterte Art der Bewegung.

Endlich ist noch eine neue Form der Familie der Euploten besonders interessant:

XV. CHLAMIDODON *Mnemosyne.* N. G.

Das so bezeichnete Thierchen ist der äufsern Gestalt und Ausbildung nach einer Art der Gattung *Euplotes* ähnlich, unterscheidet sich aber durch einen Zahnapparat im Munde, welcher ganz dem von *Chilodon* nahe kommt. Reichte das Schild des kleinen Panzerthierchens nicht über den hintern Körpertheil hinaus, so könnte man es für einen gepanzerten *Chilodon,* das heifst eine Form der Familie der Aspidiscinen halten. Dieses Überragen des Schildes verändert aber die relative Stellung der Ernährungs-Mündungen und bringt die Form zu den Euploten. Aufser dem Zahnapparat ist es noch durch sichtliche Behälter eines schön violetten Saftes, dem Darmsafte der *Nassula* ähnlich, ausgezeichnet, so dafs sowohl der Zahnapparat als der gefärbte Darmsaft (Galle?) nun auch in der Familie der Euploten beobachtet sind. Das Thierchen selbst lebt im Ostseewasser bei Wismar und ist $\frac{1}{48}$ Linie grofs.

Aufser diesen 15 in das System einzuschaltenden Gattungen von Magenthierchen hat sich auch eine neue Gattung von Räderthierchen dargeboten:

XVI. OTOGLENA *papillosa.* N. G.

Die Form gleicht ganz der auf Tafel X. des dritten Beitrags abgebildeten *Notommata clavulata,* welche auch nur wenig gröfser ist. Die innere

Structur ist sehr verschieden. Jedenfalls gehören beide Formen zur Familie der Hydatinäen. Das sogleich unterscheidende sind die Mehrzahl von Augen. Die neue Form hat nämlich aufser dem Nackenauge noch 2 Stirnaugen. Diese 3 Augen würden dieselbe zur Gattung *Eosphora* ziehen lassen. Allein es hat keine Spur von Zähnen und Kiefern und die vorderen 2 Stirnaugen werden von besondern Augenstielen so getragen wie die Pigmentflecke der *Medusa aurita.* Diese Pigmentstellen sind seitlich auf den Stielen nach innen und vorn einander zugekehrt. Das stärkere Nackenauge sitzt auf einem grofsen conischen Hirnknoten und hat neben sich 2 dunkle (Kalk?) Beutelchen. Die ganze Oberfläche ist mit ungleich grofsen Wärzchen besetzt. Vier starke deutlich fasrige Längsmuskeln bewirken die Contraction. Der kleine Zangenfufs hat 2 kurze spindelförmige Muskeln, an deren vorderes Ende 2 dünne Fäden geheftet sind, die gerade und einfach bis zum Räderorgan verlaufen. Ein starker Magen mit sehr dünnem Darme, eine grofse contractile Blase dicht an den Zangenmuskeln, 2 in diese Blase sich einmündende vielfach geschlängelte Samendrüsen und ein birnförmiger (unentwikkelter) Eierstock, samt 4 Quergefäfsen, an deren in der Körpermitte gelegenen vordersten sich eine vom Augenknoten des Nackenauges kommende Nervenschlinge anlegt und wohl die Respirations-Öffnung bezeichnet, bildeten die Summe der gröberen Organe des inneren Körpers. Im Nacken liefs sich beim Verändern des Lichtes ein zartes Gefäfsnetz erkennen, wie ich dergleichen oben bei anderen Formen angezeigt habe, und auch von diesen abgehende Fäden wurden deutlich. Diese neue Form fand sich zwischen grofsen Mengen des *Volvox Globator* bei Berlin. Ihre Gröfse beträgt $\frac{1}{8}$ Linie.

Von den neuen Arten der Räderthiere bekannter Gattungen erwähne ich nur eine als wohl physiologisch besonders interessant, nämlich die *Notommata Brachionus.* Diese schon in ihrer Gestalt eigenthümliche Form, welche, wie keine andere der Gattung, ihre Eier auf dem Rücken mit sich herumträgt und ganz einem schalenlosen *Brachionus* gleicht, hat noch zu einer recht auffallenden Beobachtung Gelegenheit gegeben. Gleichzeitig mit diesem Thierchen nämlich fand sich wieder die schon früher von mir angezeigte *Notommata granularis.* Ich suchte umsonst nach den Eiern der letztern im Glase, worin sehr viele Individuen schwammen. Endlich fand ich bei Untersuchung der Eier, welche die *Notommata Brachionus* auf dem

Rücken trug, dafs diese oft einen auffallend verschiedenen Durchmesser hatten und sah bald zu völliger Überzeugung, dafs die kleineren Eier die der *Notommata granularis* waren, welche zum Theil das Thierchen schon ganz entwickelt in sich hatten und, durch leichten Druck platzend, frei liefsen. Diese waren also der *Notommata Brachionus* parasitisch auf den Rücken gelegt. Dem Gedanken, dafs ein und dasselbe Thier zweierlei Junge bilden sollte, habe ich nicht Raum gegeben, weil noch die andere eben gegebene Erklärung der Erscheinung zur Hand liegt ([1]).

Mehr über diese und alle übrigen neuen Formen werde ich in dem bereits angezeigten schon angefangenen und kräftig fortrückenden Werke, welches alle bekannten Arten physiologisch darstellen soll, mittheilen.

([1]) Am 16. Juni 1835 trug ich in der naturforschenden Gesellschaft zu Berlin vor, eine Menge von Beobachtungen habe mich belehrt, dafs eine neue Art der Gattung *Notommata*, die ich *N. Parasita* nannte, sich im Innern der Kugel des lebenden *Volvox Globator* aufhalte und in dieselbe ihre Eier lege. Schon im letzten Vortrage über kleinste Organismen, der 1834 gedruckt worden, erwähnte ich der *Notommata Werneckii*, welche ihre Eier in die Vaucherien legt und neuerlich habe ich noch eine zweite Art von parasitischer *Notommata* im *Volvox Globator* und auch eine andere derselben Gattung gefunden, welche ihre Eier in die Büschel und zwischen die Zweige der zusammengesetzten baumartigen Vorticellen, *Epistylis*, legt. Hierdurch verallgemeinert sich das Factum des kukukartigen Verhaltens so sehr, dafs die Lösung des Räthsels einfach wird und an Doppelformen zu denken unstatthaft erscheint. Spätere Bemerkung.

Erklärung der Abbildungen.

Die beiliegende Tafel soll die angezeigte Beobachtung der männlichen Sexual-Organe bei den Infusorien anschaulich zu machen suchen. Um nicht die Abbildungen unnöthig zu mehren, ist die Structur der Räderthiere in dieser Hinsicht als den Krebsen ähnlich und als mithin einer weiteren Vergleichung weniger bedürftig, weggelassen worden. Auch sind Abbildungen dieses Organismus auf den frühern Tafeln häufig mitgetheilt worden, welche denn zu vergleichen wären.

Einer besonderen Demonstration bedarf es nur noch bei den *Polygastricis.* Als deutliche Verhältnisse in dieser Beziehung sind die gewisser Eingeweidewürmer angesehen worden und so ist denn als erläuternd *Distomum globiporum* dargestellt.

Dafs das gleiche Verhältnifs in die Klasse der Turbellarien (eines Theils der Planarien) übergreift, ergiebt sich aus den beigefügten 2 Darstellungen solcher Formen und an diese nun als Typen schliefsen sich die oben erläuterten Formen des Sexual-Systems bei den Infusorien an.

Fig. 1. *Distomum globiporum* aus dem Darmkanale des *Cyprinus Brama.* *t* die Samendrüsen, *x* die männliche Sexual-Öffnung.

Fig. 2. *Gyrator hermaphroditus* E. (*Symbolae physicae Evertebrata* I.) *a* die Mundöffnung, *oe* der Schlund oder Magen, *i* der Darm, *v. v* die vier ein inneres Zittern deutlich zeigenden Längsgefäfse, *ov* der Eierstock mit den Eikeimen, *t* die männliche Samendrüse, * ein dazu gehöriges unklares Organ, *sp* das männliche Sexual-Organ (*Spicula duplex*), *o* die Augen mit dem unterliegenden Nervenknoten, *x* die männliche Sexual-Öffnung.

Fig. 3. *Vertex truncatus* E. (*Symbolae physicae Evertebrata* I.) = *Planaria truncata* Müller? *a* der Mund, *oe* Schlund oder Magen, *i* Darm, *ov* Eierstock mit Eikeimen, *t* männliche Samendrüse, *o* Augen durch einen Pigmentstreif abnorm vereinigt.

Fig. 4. Junges Individuum derselben Art mit getrennten Augen. Man erkennt aus dieser Augenbildung, dafs es keine geschlossenen Linsenhöhlen sein können.

Die folgenden Figuren stellen die verschiedenen Formen der männlichen Samendrüsen bei den Magenthieren vor. *t* bezeichnet die Samendrüse, *s* die contractile Samenblase.

a. Kugelförmige Drüsen:

Fig. 5. *Stentor niger,* einfache Drüse.

Fig. 6. *Trachelius Meleagris* n. s., doppelte Drüse.

Fig. 7. *Monas vivipara* n. sp.

Fig. 8. *Micrasterias Boryana.*

b. Eiförmige Drüsen:

Fig. 9. *Chilodon Cucullulus.*

Fig. 10. *α. Paramecium Aurelia.*

β. Dasselbe in der Quertheilung, wo sich die Samendrüse mit theilt.

Fig. 11. *Cryptomonas erosa.*

c. Scheiben- oder linsenförmige Drüsen:

Fig. 12. *Euglena longicauda. a.* von der breiten, *b.* von der schmalen Seite.

d. Nierenförmige Drüsen:

Fig. 13. *Trichodina Pediculus.*

e. Band- oder seidenschnurförmige Drüsen:

Fig. 14. *Stentor Roeselii* n. sp.

Fig. 15. *Microglena monadina.*

f. Perlschnurförmige Drüsen:

Fig. 16. *Stentor Mülleri.*

g. Stabförmige und crystallartige Drüsen:

Fig. 17. *Amblyophis viridis.*

Fig. 18. *Euglena Acus.*

Fig. 19. *Euglena deses.*

h. Ringförmige Drüsen:

Fig. 20. *Euglena Spirogyra.*

Nachtrag zur Kupfererklärung.

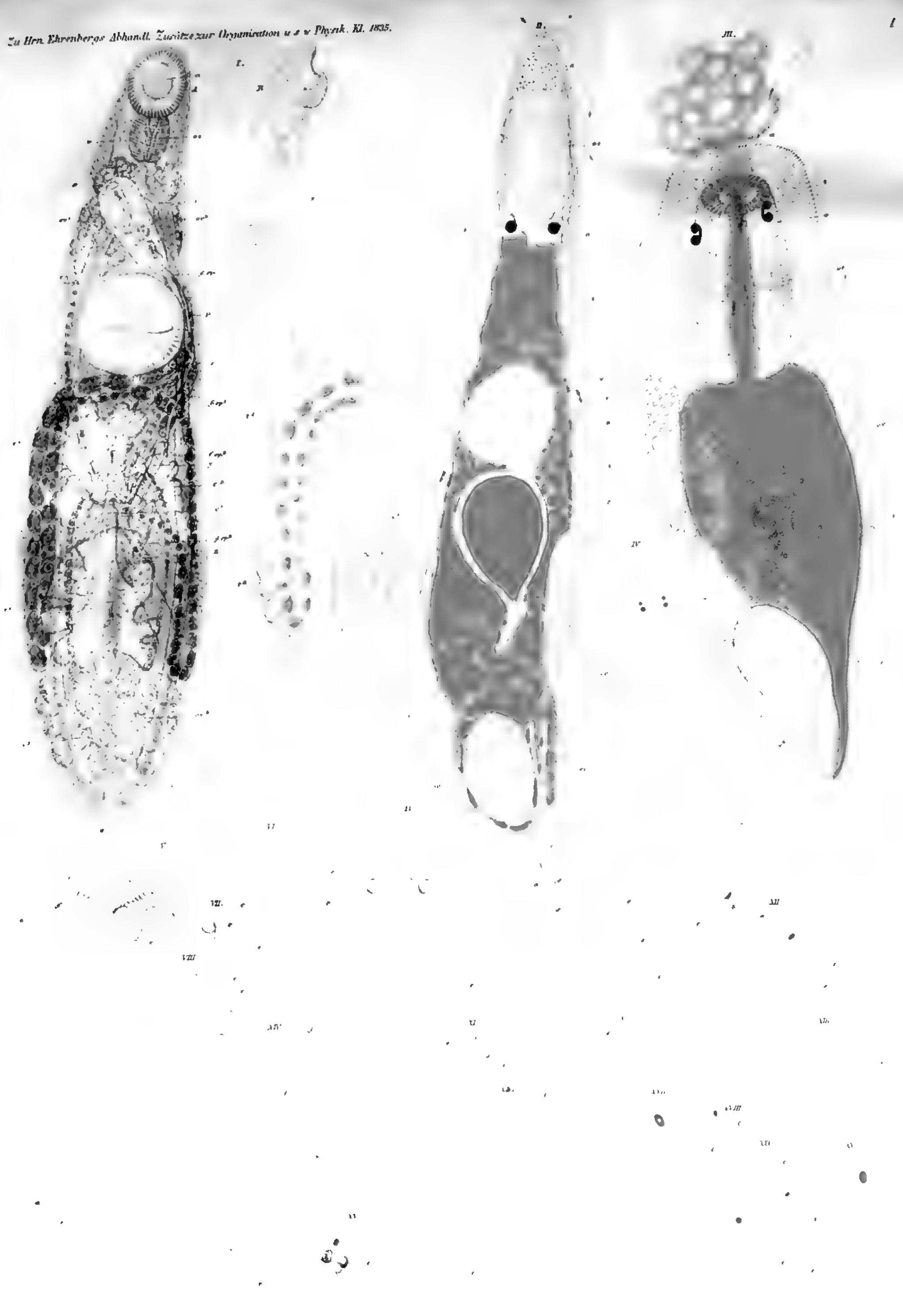
Veranlafst durch die interessanten Mittheilungen der Herren Burmeister und v. Siebold über *Distomum globiporum*, vergl. p. 167, ergreife ich die Gelegenheit meine eignen Beobachtungen ausführlicher als ich früher beabsichtigte beizugeben, weil sie noch neue Details in sich einschliefsen und zur Übersicht des Ganzen dienlich scheinen. Ich war durch Burmeisters verschiedene Ansicht der Eierschläuche über die Richtigkeit meiner Auffassung schwankend geworden und hatte deshalb die Absicht, auf dieser Tafel nur Umrisse des Thieres und die *Testes* mit ihren Ausführungsgängen zu geben. Herrn v. Siebold's Ansichten stimmen aber nun mit den meinigen so sehr überein, dafs ich theils zur Bestätigung, theils auch zur Förderung dieser Kenntnisse, meine Zeichnung im Detail für nützlich halte. Das Gefäfssystem in seinen Hauptstämmen und auch die zweite Blase an der Zusammenmündung der 4 Ovarien waren nicht erkannt worden. Die kleinere gelappte Drüse halte ich mit Burmeister, gegen v. Siebold, für einen dritten *Testiculus.* Das Fortlaufen des Endes

des Eileiters nach vorn bis neben die männliche Sexualöffnung mögen beide Beobachter durch Druck zur Anschauung erlangt haben. Ich sah ein Umbiegen des dicksten Endes des Eileiters links neben dem Saugfufse nach hinten und bei gelindem Druck rückten die Eier nach hinten in dem Canale fort. Verstärkter Druck gab unrichtige Canäle zum Austreten der Eier. Sollte nicht also doch der breite Canal, welcher, in der Körpermitte deutlich verlaufend, bei *w* mündet, die Fortsetzung des von links kommenden Eileiters sein? Der gabelförmige mittlere Canal, welchen v. Siebold für die Fortsetzung des Canals *w* hält, ist diese nicht, sondern begreift 2 starke Gefäfsstämme, die, von oben kommend, sich in der Mitte vereinen und bald wieder nach hinten vielfach sich spalten, den ganzen Körper aber durch Verästelung mit einem Gefäfsnetze überziehen. — Bei weniger entwickelten Eiern sieht man an der Stelle der beiden vorderen Ovarien eine kleinere markige Masse, die vielleicht das Hirn-Ganglion ist.

Die Details der Figuren sind folgendermafsen bezeichnet: *A* Bauchfläche, *B* rechte Seitenansicht des *Distomum globiporum.* *a* Mund und Auswurfsöffnung; *oe* Schlundkopf; *v* vorderer Gefäfsstamm; *x* männliche Sexualöffnung oder Mündung der Kapsel des Penis; *i* der zweispaltige Darm; ov^1 und ov^2 vordere beide Eierstöcke mit ihren einfachen Ausführungsgängen nach hinten; *f. sp.* Einmündung der beiden *funiculi spermatici* in den Penis; *p* Saugfufs, bei dem der Eileiter links nach hinten umbiegt; $f.\ sp^1$. Austritt des rechten Samenleiters aus dem vorderen rechten Hoden; t^1 vorderer rechter Hode; $f.\ sp^2$. Austritt des linken, vom rechten, hinteren Hoden kommenden, Samenleiters aus dem kleinen Hoden; *y* vorderer Beutel des Eileiters; t^2 linker kleiner Hode; $v^\times$ Verzweigungsstelle des Hauptgefäfsstammes; $f.\ sp^2$. Austritt des linken Samenleiters aus dem hinteren rechten Hoden, welcher sich durch den kleineren fortsetzt; *z* ist der hintere Beutel des Eileiters; t^3 ist der hintere rechte Hode; ov^3 und ov^4 sind die beiden hinteren Eierstöcke; *i* der Darm; *w* der Ausgang des mittleren Canals (Eileiters?). Die Canäle der verschiedenen Systeme haben verschiedene Pfeil-Zeichen. Besondere Respirations-Organe sind nicht deutlich geworden.



a
A
r
oe
w
ov¹
ov²
r¹
r²



Männliche Sexualorgane der Saugwürmer Strudelwürmer und Magenthierchen

Über
die Akalephen des rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee.

Von
Hrn. EHRENBERG.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 18. Juni 1835.]

Nächst den Infusorien und Polypen, deren sehr zusammengesetzten Bau ich bereits umständlich vorgetragen habe, glaubte man bisher bei den Medusen einen einfacheren, nicht alle Systeme der gröfseren Thier-Organismen in sich einschliefsenden Bildungstypus mit Bestimmtheit nachweisen zu können und die von O. F. Müller, Gäde, Peron, Eysenhardt, Carus, Rosenthal, von Baer und neuerlich von Eschscholtz, Audouin und anderen gegebenen Beiträge für die Anatomie dieser Formen bestätigten um so mehr jene Ansicht, je reichhaltiger die Formenmasse und je weniger verhältnifsmäfsig die Structurcomplicationen waren, welche man erkannte (1). Ein geistreicher deutscher Anatom und Physiolog benutzte auch schon diesen Umstand im Jahre 1831, um damit die Allgemeinheit der Infusorien-Organisation zu bezweifeln, indem er sagte: „Wenn man ein *Rhizostoma Cuvieri* von 1 Fufs Durchmesser vor sich hat und auch in dieser Masse nichts als einige Nahrungshöhlen und Canäle in der sonst homogenen Eistoffmasse ausgehöhlt findet, so wird man sich überzeugen, dafs es nicht die Kleinheit ist, welche uns das Erkennen von Nerven, Muskeln, Drüsen, Zähnen und doppelten Geschlechtsorganen unmöglich macht.'' Die mühsamen und zahlreichen Beobachtungen, welche Eschscholtz von 2 Weltum-

(1) Ich habe einen Auszug aus diesen Beobachtungen vorläufig (1834) in Hrn. Müllers Archiv für Physiologie mitgetheilt, jedoch nur so weit sie die Structur der *Medusa aurita* allein betreffen.

seglungen, deren eine er mit Herrn von Chamisso unter Kapitain Kotzebue gleichzeitig machte, binnen 6 Jahren zusammengetragen, und welchen eine autoptische Untersuchung von 73 verschiedenen Arten, also $\frac{1}{3}$ aller Formen der ganzen Classe der Akalephen zum Grunde lag, befestigten wohl allerdings die Meinung einer gröfseren Einfachheit dieser häufig sehr voluminösen Formen. Auch die Untersuchungen von Audouin und Milne Edwards, welche Georg von Cuvier der 2. Auflage seines *Regne animal* 1830 in dieser Hinsicht zum Grunde legte, ergaben kein anderes Resultat, als dafs die Medusen oder Akalephen einfache gallertige Substanz ohne deutliche Faserung wären, bei denen man jedoch noch einige Gefäfse erkenne, die meist deutliche Verlängerungen des Magens wären. Überdies erkannte Cuvier bei diesen Formen Eierstöcke an, ohne jedoch in der allgemeinen Übersicht ihrer zu erwähnen, vielleicht weil die Beobachter selbst noch verschiedener Meinung über die Function dieser Organe waren und ihre Berichte eine Überzeugung herbeizuführen nicht geeignet waren. Das 1829 erschienene classische Werk von Eschscholtz unter dem Titel: System der Akalephen, war Cuvier nicht zeitig genug bekannt geworden, um noch einiges Allgemeinere über die Structur daraus zu entlehnen. Es sind in diesem letzteren Werke besonders über die Rippenquallen oder Beroiden neue interessante Structur-Details mitgetheilt worden und wenn ich auch nicht der Meinung beitreten möchte, dafs die bei *Cestum Najadis* aufgefundenen Canäle dem Gefäfssystem angehören, wie der überall treu beobachtende gelehrte, leider schon verstorbene Verfasser annimmt und in den neueren Handbüchern wiederholt wird, so zeugen sie doch von einer ansehnlichen Complication der Structur bei Körpern, die man für ganz einfach hielt, und denen man daher zum Theil eine Ernährung durch Aufsaugen mit der ganzen Oberfläche zuschreiben mufste. Ja Eschscholtz selbst war noch der Meinung, dafs wegen Kleinheit des Mundes und schwerfälliger Bewegung ein grofser, sogar der gröfste Theil der Ernährung nicht durch den Mund, sondern durch die Fangfäden geschehe, p. 22. Die scheinbare Circulation in jenen Gefäfsen des *Cestum* sowohl als der *Beroë* mag aber wohl die Bewegung des Speisebreies in den Darmverzweigungen gewesen sein, wie ich sie bei *Medusa aurita* sogleich anzeigen werde.

Obwohl mir das Studium der Medusen für die Physiologie immer von grofser Wichtigkeit zu sein schien, und obwohl ich auf meinen früheren Rei-

sen in verschiedenen Meeren dergleichen Formen kennen lernte, so war doch weder die Zahl der mir vorgekommenen Arten ansehnlich grofs, noch war die Gelegenheit für eine feine anatomische Betrachtung je recht günstig. Auf all meinen Seereisen und Küstenwanderungen im Orient habe ich nur 6 Akalephen-Formen kennen gelernt. Bei Alexandrien im Mittelmeere beobachtete ich nur eine Art der Gattung *Medusa,* die ich für noch unbeschrieben halte und *Medusa stelligera* nenne. Im rothen Meere waren die übrigen 5, nämlich: 1) *Rhizostoma Cuvieri,* 2) *Medusa aurita,* beides bekannte weit verbreitete Formen, 3) *Cephea vesiculosa,* 4) *Rhizostoma loriferum,* 5) *Cassiopea Andromeda,* Lokalformen. Die letztere Form wurde zuerst von Forskål beschrieben, die 2 anderen waren bisher unbekannt. Mithin sind von den 6 in jenen Gegenden von mir und Hemprich beobachteten Akalephen 3 bisher unbekannt, 2 sehr allgemein verbreitet und eine zwar schon beschrieben, aber doch dem rothen Meere eigenthümlich. Von all diesen Formen habe ich Zeichnungen mitgebracht, ausgenommen von dem allzugrofsen *Rhizostoma Cuvieri,* welches wir bei Sues immer nur am Strande und halb aufgelöst, aber nicht selten fanden [1].

Forskål hat aus dem rothen Meere ebenfalls nur wenige Formen verzeichnet, nämlich auch 6, während er bei einem längeren Aufenthalte im Mittelmeere besonders auf dessen westlicher Seite, wo es offenbar viel reicher an solchen Formen, als in seinen mehr östlichen Theilen ist, 15 Species beobachtete. Forskål fand im rothen Meere 2 Formen der Gattung *Rhizostoma,* die er *Medusa tetrastyla* und *Corona* nennt, die erstere ist wegen gleicher Gröfse und gleichen Fundortes wohl offenbar dasselbe Thier, welches ich vorhin *Rhizostoma Cuvieri* nannte, die zweite Art ist eigenthümlich. Ferner 2 Arten der Gattung *Cephea,* beide von der verschieden, welche ich mit Hemprich sammelte. Er nennt sie *Medusa octostyla* und *Medusa Cephea.* Seine fünfte Art ist *Cassiopea Andromeda,* die er *Medusa Andromeda* nennt und die sechste ist *Cydippe? albens,* die er als *Medusa Beroë albens* verzeichnet.

---

[1] Vielleicht haben wir noch die *Mammaria scintillans* als Meeresleuchten viel gesehen, allein ich hielt damals diese scheinbar structurlosen Gallertkügelchen, welche meist auch zerrissen waren, für blofsen Schleim. Spätere Anmerkung.

Ich halte für zweckmäfsig der leichtern Übersicht der geographischen Verbreitung der Formen halber die Forskålschen Namen mit der neueren Synonymie und meinen Zusätzen in folgender kleinen Tabelle zusammenzufassen:

	Forskål	Hemprich u. Ehrenberg beobachteten:	Eschscholtz Synonyme.
	a. im rothen Meere:		
1.	*Medusa tetrastyla*	= *Rhizostoma Cuvieri*	= *Rhizostoma Cuvieri.*
2.	. . . .	——— *loriferum*	
3.	——— *Corona*		= *Rhizostoma Corona*
4.	——— *octostyla*		= *Cephea octostyla*
5.	——— *Cephea*		= ——— *cyclophora*
6.	. . . .	*Cephea? vesiculosa*	
7.	——— *Andromeda*	= *Cassiopea Andromeda*	= *Cassiopea Andromeda*
8.	——— *Beroe albens?*		= *Cydippe Pileus?*
9.	. . . .	*Medusa aurita*	= *Medusa aurita*
10.	. . . .	*Mammaria scintillans?*	
	b. im Mittelmeere:		
1.	*Medusa Persea*		= *Rhizostoma Persea*
2.	——— *proboscidalis*		= *Geryonia proboscid.*
3.	——— *mollicina*		= *Aequorea mollicina*
4.	——— *aequorea*		= ——— *Forskåliana*
5.	——— *cruciata*		= *Medusa crucigera cf. Oceania cacuminata*
6.	. . . .	*Medusa stelligera*	
7.	——— *pileata*		= *Oceania pileata*
8.	——— *noctiluca*		= *Pelagia noctiluca*
9.	——— *Beroë rufescens*		= *Beroë?*
10.	——— ——— *densa*		= *Cydippe densa*
11.	——— ——— *albens*		= *Cydippe?*
12.	*Physsophora hydrostatica*		= *Physophora Forskålii*
13.	——— *filiformis*		= ——— *filiformis*
14.	——— *rosacea*		= *Anthorybia rosacea*
15.	*Holothuria spirans*		{ = *Velella spirans*
16.	——— ———		{ = *Rataria cordata?*
17.	——— *denudata*		= *Porpita mediterranea*
18.	*Anonym.* Tab. 27 *f. B.*		= *Mesonema Coelum pensile.*

Es ergiebt sich also hieraus, dafs das rothe Meer sehr arm an Akalephen ist, indem ich und Hemprich, samt Forskål und Niebuhr, die einzigen Beobachter solcher Formen in jenem Meere, eines mehrjährigen Aufenthaltes daselbst ungeachtet, nur 9 bis 10 Formen zur Ansicht bekamen. Von sämtlichen 9 Formen sind nur 6 dem rothen Meere eigenthümlich, 3 sind allgemeiner verbreitet. Sämtliche 9 sichre Formen sind aus 5 Generibus und gehören mit Ausnahme einer einzigen zweifelhaften den Scheiben-Medusen an. Die zweifelhafte *Beroë* oder *Cydippe albens* würde einen Repräsentanten der Ruder-Medusen abgeben, aber die Seeblasen oder Röhren-Medusen haben bisher noch gar keine Art aus dem rothen Meere erhalten. Merkwürdig ist das Vorkommen der bisher nur im Nordmeere und der Ostsee beobachteten *Medusa aurita* im südlichen rothen Meere, denn wir fanden dieselbe ohnweit Gumfude, bei Ga el ma, jenseits Djedda und die Zeichnung, welche ich von Finzi unter meiner Aufsicht nach dem Leben entwerfen liefs und hier vorlege, zeigt keinen wichtigen Unterschied. Nach Herrn von Humboldt kommt sie aber auch bei den canarischen Inseln vor und unterscheidet sich nur daselbst durch die Eigenschaften des Brennens und Leuchtens, welche sie in der Ostsee meiner Untersuchung nach nicht hat, obschon ersteres manche Badende behaupten. Auch verursachte die Form des rothen Meeres kein Brennen und das Leuchten wurde von uns bei ihr nicht beobachtet. Vielleicht entdecken spätere Reisende noch Special-Unterschiede an diesen geographisch sehr geschiedenen Formen. Da ich und Hemprich ungeachtet eines Aufenthaltes von 18 Monaten in jenem Meere, 4 der Forskålschen Arten nicht zur Ansicht erlangen konnten, Forskål hingegen bei einem ebenfalls mehrmonatlichen Aufenthalte daselbst 3 der von uns beobachteten Formen nicht fand, mithin nur 2, das *Rhizostoma Cuvieri* und die *Cassiopea Andromeda* von beiden Seiten aufgefunden wurden, so läfst sich wohl schliefsen, dafs spätere Beobachter ebenfalls noch mehrere Formen daselbst finden werden, die uns nicht vorgekommen. Auf eine besonders reichhaltige Nachlese aber dürfte höchstens im südlichsten Ende des Meeres bei Moccha zu rechnen sein, wo die Formen des Südoceans mit der Fluth wohl zuweilen in gröfserer Anzahl eindringen mögen.

Obwohl ich nun auf jenen Reisen mit meinem Freunde Hemprich mir manche Mühe gegeben habe, aufser den Formen auch den Organismus dieser Geschöpfe kennen zu lernen, so hinderten doch ungünstige Lokal-

Verhältnisse, sehr oft die Seekrankheit, von der ich nur selten frei war, eine befriedigende Untersuchung, auch haben wir nur die *Cassiopea Andromeda* einen Tag lang in so grofser Menge gesehen, wie man wohl gewohnt ist die *Medusa aurita* in der Ostsee zu finden.

Erst im Jahre 1833, wo ich eine zweimonatliche Reise mit meiner Familie nach der Ostseeküste und allein dann weiter nach Norwegen machte, erfafste ich die Gelegenheit meinen Wunsch der Structurkenntnifs einiger Formen zu erreichen. Ich erreichte aber damals mehr die Zuversicht auf ein Gelingen bei gröfserer Intensität der Beschäftigung mit dem Gegenstande, als die Einsicht in die Structur selbst, denn die zusammenhangslosen oberflächlicheren Canäle, Wimpern, Tentakeln, Mund, Eierstöcke u. dergl. waren mir schon bekannt und ich rechnete dies nicht zur Einsicht in die Organisation. Jedoch erhielt ich schon damals eine mir erfreuliche Ansicht der Rippen-Medusen und mehrerer Leucht-Medusen aus bis dahin mir fremd gebliebenen Gattungen, sowie ich durch Färbversuche eine bestimmtere Kenntnifs vom Ernährungssysteme mehrerer verschiedenen Gattungen erlangte. Erst im vorigen Jahre, wo eine Reise von einem Monat mich wieder zur Ostsee nach Wismar führte, wendete ich eine planmäfsige Untersuchung an und der Erfolg erfreute mich mit in solcher Klarheit nicht erwarteten Resultaten.

Um mich nicht zu zerstreuen wendete ich mehrere Wochen lang meine ganze der Familie entziehbare Zeit und Aufmerksamkeit allein auf die Lebensthätigkeit und die Organe der *Medusa aurita,* jener sonderbaren gallertigen, nicht selten bis über $\frac{1}{2}$ Fufs im Durchmesser haltenden Wesen, welche durch zarte bläuliche und röthliche Färbung, besonders durch ihre vier in ein Kreuz gestellten halbcirkelförmigen Eierschläuche, die Aufmerksamkeit der in der See Badenden erregen, die zuweilen ganz von ihnen umringt sind. Diese Form der Akalephen hatte noch das besondere Interesse, dafs die Beschäftigung mit ihr eine weitere Entwicklung meiner Untersuchungen auf den früheren Reisen im Orient, namentlich dem rothen Meere war, wo dieselbe Thierform, wie ich bereits anzeigte, sich ebenfalls, aber unter weniger günstigen Umständen für die Untersuchung, vorgefunden hatte. Die weiche gallertige Consistenz dieser bald kleinen bald grofsen Organismen, die sich bald glockenförmig zusammenziehen bald scheibenförmig ausbreiten und dadurch fortbewegen, ist überall, selbst in bequemerer Lage, ein grofses

Hindernifs für ihre Untersuchung. In gröfseren Glasgefäfsen von weifsem Glase holte ich mir vom Badeschiffe, welches ich täglich am frühen Morgen auch dieser Beobachtungen halber besuchte, dergleichen Thiere in frischem Wasser und erneuerte das Wasser der vom vorigen Tage. Obwohl die gröberen Organisationsverhältnisse der gröfseren Exemplare mit blofsem Auge grofsentheils ganz deutlich zu erkennen waren, so fand ich doch bald, dafs deren wiederholte Untersuchungen zu keinem bestimmteren Zwecke führten, dafs vielmehr erst Klarheit über die mikroskopischen Structurverhältnisse aufzusuchen war, wozu kleine Exemplare besser sich eigneten als grofse. In grofsen Uhrgläsern und in nicht allzuweiten weifsen Fläschchen mit grofsen Öffnungen sammelte und beobachtete ich nun kleinere Individuen und erhielt folgende Resultate:

Ernährungsorgane der *Medusa aurita.*

Schon im Jahre 1833 hatte ich einen glücklichen Versuch gemacht die Ernährungsorgane durch spontane Aufnahme von Indigo für das Auge zu isoliren und derselbe Versuch gelang auf das Vollständigste, so oft ich ihn wiederholte. Ich erlangte dadurch die Gewifsheit, dafs die Canäle, welche man mit dem Munde und Magen zusammenhängen sieht und die man schon öfter durch Einspritzungen glücklich dargestellt hatte, über deren Function man aber deshalb noch Zweifel haben konnte, weil einige Beobachter eine Circulation von Kügelchen darin gesehen zu haben berichteten, nicht blofs zum Ernährungssystem wirklich gehören, sondern dafs sie den eigentlichen zertheilten Darmcanal dieser Thiere deutlich vorstellen. Durch diese künstlichen Färbungen des Ernährungsapparates liefs sich auch auf das Deutlichste nachweisen und erkennen, dafs alle Ernährung nur durch den Mund und Magen vermittelt werde, dafs es keine Aufsaugung und Assimilation von Nahrung durch die Haut gebe und dafs auch die Randfäden dabei nicht concurriren, denn all diese Theile blieben in ihrem Inneren klar und wasserhell, während die fungirenden Canäle sich strotzend füllten. Auch die Fangarme oder 4 Mundlappen der Meduse, welche sich zwar äufserlich färbten, nahmen nichts in innere Räume auf, sondern zeigten nur eine Anziehung und ein äufseres Festhalten und Weiterschieben der sie umgebenden Farbestoffe, besonders in einer mittleren Rinne ihrer inneren Seite bis

zum Munde und Magen. Auf diese Weise liefs sich das Ernährungssystem vollständig zur Evidenz bringen ([1]).

Die Methode wodurch ich es erreichte führte noch eine andere dem Zwecke sehr entsprechende Beobachtung herbei. Man hatte nämlich bis dahin den Medusen nur eine einzige Darmöffnung zuerkannt, welche zugleich zur Aufnahme von Speise und zum Auswerfen des Unverdauten diene, zugleich Mund und After sei. Ich bin auch jetzt der Meinung dafs es äufserst schwierig bleibt bei diesen Thieren in ihrem gewöhnlichen Zustande sich von einem anderen Verhalten des Verdauungssystems zu überzeugen. Nimmt man nämlich diese Thiere aus dem Wasser, um sie behutsam in ein Gefäfs oder aus einem Gefäfse in ein anderes zu versetzen, so entleeren sie jedesmal ihre Analbeutel und da man sie gewöhnlich in klares Wasser setzt, ein getrübtes auch ihnen leicht schädlich oder doch so unbequem wird, dafs sie, wenn nicht die Trübung aus für sie geniefsbaren Substanzen besteht, bewegungslos zu Boden sinken und bald sterben, so füllen sie den Darm nicht leicht wieder an und man kann daher den Ernährungsprocefs nur vereinzelt oder nicht verfolgen. Überdies begnügt man sich allzu leicht, wie es bisher geschehen, mit der allerdings nicht seltenen Beobachtung, dafs man kleine Fische u. dergl. halbverdaut im Magen liegen und durch den Mund wieder auswerfen sieht.

Mit Hülfe der Färbeversuche bin ich aber zu einem sehr bestimmten ganz neuen Resultate gekommen. Wenn sich nämlich der strahlenförmig verästete Darm mit Indigo stark angefüllt hatte, so liefsen sich am Rande 8 grofse blaue Punkte erkennen, die gerade in der Mitte zwischen je 2 der 8 braunen Randkörperchen waren. Berührte ich die Thiere, dafs sie unruhig wurden, so lösten sich immer plötzlich sämtliche oder viele der 8 blauen Massen ab und fielen zu Boden. Ich untersuchte nun die Stellen selbst unter dem Mikroskope genauer und fand an den 8 bezeichneten Punkten eben-

---

([1]) Es hat mich einige Zeitlang die Erscheinung in Irrthum geführt, dafs ich bei solchen Färbungen auch die Eierschläuche mit blauen Adern oder Querstreifen gefärbt sah, woraus hervorging, dafs auch die Eierhöhlen Nahrungsstoffe aufnähmen. Allein ich habe später dies oft nicht gefunden und halte es daher für abnorm erzeugt durch eine Art Paralyse der Eihöhlen-Öffnung und ihrer Fühlfäden, welche zuweilen dem farbigen Wasser den Eintritt gestatten und die Ablagerung des Farbestoffes an der klebrigen Fläche passiv bedingen mögen.

soviel Erweiterungen des Randcanals mit einer besonderen Klappe. Schon früher hatte ich Anhäufungen von Räderthierhülsen und kleinen Muschelschalen in erweiterten Stellen des Randgefäfses zuweilen bemerkt. Jetzt überzeugte ich mich, dafs an jenen Stellen Öffnungen waren und dafs mithin jede Meduse 8 Afteröffnungen besitzt.

Sobald diese Beobachtung zur Klarheit geworden war, fing ich mir im Meere frische Thiere so behutsam, dafs ich sie von selbst in ein nicht allzuweites Glas schwimmen liefs, welches ich ohne sie zu berühren mit ihnen erhob und worin ich sie sogleich mit der Lupe beobachtete. Fast immer fand ich so die kleinen Analbeutel mit braunen Stoffen so erfüllt, dafs ich anstatt der gewöhnlichen 8 braunen Randpunkte 16 derselben sah, wovon 8 abwechselnd die Analbeutel und ebensoviel die gewöhnlichen braunen Körperchen bildeten. Nun schnitt ich auch von einigen mit Glück sehr rasch solche Randtheile ab, welche noch gefüllte Analbeutel hatten und sah unter dem Mikroskope, dafs der braune Inhalt theils aus Bacillarien-Schalen, theils aus den Hülsen von Räderthieren, theils aus kleinen Krebs-Fragmenten oder jungen Muscheln bestand. Fing ich in einem Uhrglase die eben entleerten Excreta auf und untersuchte sie, so sah ich dasselbe.

Ferner suchte ich besonders solcher Formen habhaft zu werden, welche irgend einen grofsen sichtbaren Gegenstand im Magen hatten. Ich fand oft genug Individuen, deren Magen einen ganzen kleinen schon halbverdauten Fisch, oder einen *Gammarus,* oder auch eine andere weniger bestimmbare gröfsere Masse enthielt. In Gläsern aufbewahrt verkleinerten und zersetzten die Medusen diese Dinge in Zeit eines Tages im Magen und die unverdaulichen oder unbehaglichen Überreste gingen sichtlich durch den Mund gewöllartig wieder ab.

Hiermit war es denn sowohl durch künstliche Mittel als durch Beobachtung des natürlichen Zustandes erwiesen, dafs der Darmkanal dieser Medusen aus jenen vielen einzelnen meist verästeten Kanälen besteht, welche unmittelbar vom Magen radienartig abgehen, dafs diese aber nur schon verdaute oder verkleinerte Substanzen, harte sowohl als weiche aufnehmen, und dafs nur gröfsere Substanzen durch den Mund wieder ausgeworfen werden. Die kleineren Nahrungsstoffe gehen durch die strahlenförmigen Canäle zum cirkelförmigen Randgefäfse, welches die Stelle des Dickdarms vertritt und an 8 Punkten desselben sind cloakenartige Erweiterungen, in denen sich

die zum Auswerfen bestimmten Stoffe sammeln und wo sie durch Öffnungen ausgeschieden werden ([1]).

Sinnesorgane und Crystallbildung der Medusen.

Nach vollständiger Ermittelung dieser organischen Verhältnisse wendete ich eine besondere Aufmerksamkeit auf die braunen Randkörper, welche man bisher für Excretionsorgane verschiedener Art gehalten.

Ich fing wieder mit Beobachtung kleiner Individuen an und bestätigte alsbald eine im vorigen Jahre von mir gemachte Beobachtung, dafs unter jedem dieser von einer besonderen schützenden Hülle locker umschlofsnen Körper eine kleine Blase sei, in der ein zweischenklicher drüsiger Körper liegt und dafs in dieser Blase sowohl als in dem kurzen Stiele des braunen Körperchens darüber eine Circulationsbewegung von kleinen sehr gleichartigen Körnchen war. Im vorigen Jahre schlofs ich, dafs weil der Eierstock dieser Thiere sehr entwickelt sei, es auch wohl deutlich entwickelte männliche Organe geben möge und ich war geneigt anzunehmen, dafs die braunen Randkörper, welche unter sich Drüsen (*testes?*) führten und bei den häufigen Contractionen der Scheibe durch Einwärtskehren des Randes immer in die Nähe der Eierstocköffnungen gebracht wurden, zu einem männlichen Zeugungsapparate gehören und die Befruchtung vermitteln mochten. Mit solchen Ideen verfolgte ich diese Verhältnisse eine Zeitlang von Neuem, und es störte mich nur besonders die sichtbare Circulation gerade in diesen Organen.

Bis dahin hatte mich auch ein anderer Zufall in Irrthum gezogen. Öfter hatte ich dergleichen braune Körper zerschnitten und mit dem Messer auch zwischen Glasplatten zerdrückt unter dem Mikroskope betrachtet, aber immer nur gefunden, dafs sie aus einer zelligen drüsigen Masse mit einem braunröthlichen Pigmente gemischt bestanden. Nun kam mir aber bei weiterem Untersuchen eine andere Structur vor, ich fand, wie schon Gäde und andere vor mir auch gefunden hatten, einmal harte steinartige Körperchen darin und bald überzeugte ich mich, dafs dieselben regelmäfsig auscrystallisirte Crystallformen hatten, nach Art des Quarzes, in sechsseitigen Säulchen

---

([1]) Ich habe solche Färbeversuche auch an *Melicertum campanulatum*, *Oceania pileata* und *Beroë Pileus* im Meerbusen von Christiania schon im Jahre 1833 angestellt und, soweit sie die Darmform angehen, dieselben Resultate erlangt.

in längeren, kürzeren Formen mit doppelter 6flächiger Zuspitzung. Einige stellten hexagonische Täfelchen vor. Diese Beobachtung, welche mit den früheren selbstgemachten contrastirte, veranlafste mich sehr viele braune Körper nochmals zu untersuchen. Ich fand ebenfalls wieder einige, aber nur wenige, von einer fast drüsigen weichen zelligen Structur, die meisten hatten wieder viele kleine Crystalle. Dabei liefs sich erkennen, dafs solche Körperchen, welche Crystalle in sich hatten, immer länger waren als die rein drüsigen und es war leicht zu ermitteln, dafs die kleinen Crystalle in einem besondern, bald mehr bald weniger ausgedehnten Beutelchen über den drüsigen Theil der braunen Körperchen hinausragten und also die Crystallabsonderung bald häufig da war, bald (aber nur selten) weniger bemerklich war. Späterhin fand ich gar keine rein drüsigen Körperchen mehr, sondern weil ich überall scharf nachsah, fand ich auch überall Crystalle. Um die Substanz der Crystalle zu erkennen, that ich auf mehrere abgeschnittene und in ein Häufchen auf eine Glasscheibe zusammengeschobene braune Körper einen Tropfen Vitriolsäure, worauf sich zwar das Organische etwas aber nicht bedeutend veränderte und die Crystalle sich gar nicht veränderten. Rosenthal, welcher dasselbe Experiment mit demselben Erfolge machte, schlofs daraus, dafs die harten Körperchen abgelagerte Kieselerde wären und aus der Härte hatte schon O. F. Müller in der *Zoologia danica* geschlossen, dafs es wohl Excremente von Meeressand wären. Die hexaedrische Gestalt hatte schon Gäde richtig erkannt, aber die zugespitzte regelmäfsige Crystallform war noch niemandem deutlich geworden. Bei Wiederholung des Versuches fiel mir ein, dafs die organische Hülle, worin die kleinen Crystalle liegen, vielleicht die Einwirkung der Säure hindern möge und so zerdrückte ich denn erst die Beutelchen mit einem Messer so, dafs ich die Crystalle frei zu legen glaubte, was ich unter dem Mikroskope auch erreicht fand. Indem ich nun mit einem Glasstäbchen wieder einen Tropfen Schwefelsäure damit in Berührung und das Object sogleich unter das Mikroskop brachte, sah ich deutlich ein allmäliges Verschwinden der Crystalle und dafs sich bei ihrem Auflösen hie und da Bläschen bildeten. Ich habe später ein nicht sehr starkes aber deutliches Aufbrausen mit blofsen Augen sehen können, so wie man es bei den Crystallen am Rückenmark der Frösche, wo es besonders stark ist, recht leicht erkennt. Es geht hieraus mit Gewifsheit hervor, dafs die Crystalle keine Kieselerde sind, und mit Wahrscheinlichkeit, dafs sie

wohl kohlensaurer Kalk sein mögen, wie andere ähnliche Crystalle bei den Thieren.

Diese Reihe von Untersuchungen lenkte mich immer mehr davon ab, dafs die braunen Körperchen männliche Geschlechtsorgane sein könnten. Vielmehr combinirte ich meine anderweitigen Erfahrungen über das Vorkommen von Crystallen und vergegenwärtigte mir, dafs die bisherigen Fälle von Vorkommen der Kalk-Crystalle bei Thieren sämtlich in der Nähe von Nervensubstanz statt gefunden.

Fortgesetzte Untersuchungen derselben Organe an möglichst grofsen Individuen gaben plötzlich ein unerwartetes Licht über die wohl richtigere Function derselben. Ich bemerkte nämlich schon mit blofsen Augen einen rothen Punkt auf der Oberseite der braunen Körperchen und mit der Lupe erkannte ich alsbald, dafs dieser Pigmentpunkt auf der Unterseite fehle. Dafs diese rothen Punkte Augen sein würden und dafs die zweischenkliche Drüse unterhalb des braunen Körpers ein Nervenknoten sei, dessen beide Schenkel Augennerven darstellten, dafs also hier wirklich sich wieder eine Nervenmasse in der Nähe von Kalk-Crystallen nachweisen lasse, waren Ideen, die mich gleichzeitig erfüllten und befriedigten. Ebenso passend fand ich die Blut-Circulation in der Nähe und um die Ganglien, denn gerade so überströmt das Blut der Daphnien ihr so sehr deutliches Gehirn mit seinen Augennerven. Da die Medusen beim Schwimmen die Convexität der Scheibe nach vorn, den Mund nach hinten gerichtet führen, so ist auch die Stellung der Augenpunkte auf der Oberseite der braunen Körper, also nach vorn, zweckmäfsig für das Erkennen der Richtung und das Dirigiren der Bewegung.

All diese Gründe zusammengenommen haben in mir zur Überzeugung gebracht, dafs die Medusen wirkliche Sinnes-Organe und Nerven, nämlich 8 einfache gestielte Augen besitzen, die jedoch, der beiden Sehnerven wegen, vielleicht aus je 2 einander stark genäherten bestehen.

Der Erfolg dieser Untersuchungen fesselte mich nun immer mehr und ich ging zur Beobachtung noch anderer organischer Verhältnisse über.

Blutbewegung und Respiration.

Die Circulation eines Blutartigen Saftes, welche man schon öfter gesehen zu haben berichtet hat, und dessen Existenz mir deutlich geworden war, regte mich besonders an. Ich bediente mich zu Versuchen darüber der mög-

lichst kleinsten Individuen und ich fand junge Thiere von kaum 6 Linien Durchmesser, welche schon ganz ausgebildet waren und daher nebenbei bewiesen, dafs das von O. F. Müller in der *Zoologia danica,* als ein wegen seiner Jugend noch tentakelloses Thier, abgebildete Individuum, seiner Gröfse halber, kein wohl erhaltenes, sondern ein verstümmeltes Individuum gewesen sein mufs, und dafs die Entwicklungsgeschichte dieser Thiere noch erst eine weitere Aufklärung über die ersten Zustände erwartet. Ich untersuchte zuerst die strahlenförmigen Canäle des Darmes, in deren Umgebung ich Gefäfse vermuthete. Nebenbei konnte ich keine Circulation erkennen, wohl aber sah ich wieder, was ich auch früher schon beobachtet hatte, dafs in den Canälen selbst eine körnige Masse sich hin und her bewege, was zuweilen einer Blutcirculation gar nicht unähnlich war. Ich war aber schon zu vielfach bekannt mit der wirbelnden Bewegung der innern Darmhaut vieler kleinen Thiere und mit wahren Blutkügelchen, als dafs ich nicht in jener Bewegung, die deutlich genug vorlag, vielmehr eine Chymus-Fluctuation, als eine Blut-Circulation hätte erkennen sollen. Bei Halcyonellen, Sertularien und vielen andern kleinen Thieren hat man von Circulation gesprochen, wo nur an Chymus-Bewegung zu denken war und dadurch versäumt, sich nach der wahren Circulation mehr umzusehen. Ich habe schon erwähnt, dafs ich die von Eschscholtz erkannte Blut-Circulation bei *Cestum* auch nur für Chymus-Fluctuation halten kann, da die Canäle, welche sie zeigen, deutlich mit dem Magen zusammenhängen und man erst ein dem Organismus genügendes Ernährungssystem nachgewiesen haben mufs, ehe man ein Gefäfssystem wahrscheinlich machen kann, wie es denn bei den Beroën und bei *Cestum* an Ernährungsorganen für die Masse offenbar fehlen würde, wenn man jene Canäle für Blutgefäfse halten wollte. Also weder die Bewegung in den Gefafsradien der Scheibe, noch die in dem Cirkelgefäfse des Randes konnte ich für Blut-Circulation halten, obschon ich der Erscheinungen halber manchmal gern geglaubt hätte, dafs wohl ein Blutgefäfs über dem Darme liege. Querdurchschnitte belehrten mich deutlich, dafs auch dies nicht der Fall sei. Nirgends weiter habe ich mich von wahren Blutkügelchen und deren kreisender Bewegung ganz überzeugen können, als in und unter den braunen Körpern, in deren Nähe mir zuweilen wohl auch neben dem Randgefäfse ein Strom deutlich wurde. Eine Verbindung der 8 Circulationspunkte untereinander gelang mir nicht zur Überzeugung zu bringen, obschon ich

keine scharfe Grenze sah und jene auch hypothetisch lieber annehmen als glauben möchte, dafs die grofse Masse des Thieres nur durch Serum benetzt werde, welches sich etwa in den sichtbaren unzähligen netzförmig anastomosirenden Canälchen unsichtbar fortbewegt. Man sieht nämlich ein deutliches Maschennetz in der Substanz überall verbreitet und durch zahllose kleine drüsige Körper unterbrochen, oder in diesen ihre Centralpunkte findend.

Nach diesen Untersuchnngen wäre denn der allgemeine Ausdruck für das Gefäfssystem der, dafs der Körper der Meduse durch ein dichtes Netz sehr feiner durch drüsige Körnchen verbundener Linien gebildet wird, welche leicht ein Gefäfsnetz sein könnten, dessen Gefäfse jedoch so fein sind, dafs sie die Blutkügelchen desselben Thieres ohne speciellen, dem Entzündungsprocesse ähnlichen Reiz nicht aufnehmen können. Aufser dieser netzförmigen Organisation lassen sich in der Basis der 8 braunen Körper am Rande 8 nicht deutlich verbundene Circulationen von rundlichen Blutkügelchen erkennen, die von einfacher Structur zu sein scheinen und $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{288}$ Linie Durchmesser haben, mithin den menschlichen Blutkügelchen an Gröfse ziemlich gleichen und denen von *Daphnia Pulex* gleich sind. Vielleicht sind dieselben Stellen, wo die Circulation deutlich hervortritt und in die frei stehenden Stiele der Augen übergeht, dem Respirations-Acte überwiesen und man mufs vielleicht den Medusen 8 Kiemen zugestehen, welche gleichzeitig die Träger der Augen sind. Gegen die letztere Meinung spricht die Trägheit dieser Organe etwas, da die Kiemen, wo sie bestimmter vorkommen, in einer undulirenden oder wirbelnden Bewegung zu sein pflegen, allein die deutliche Circulation in den freien äufseren Organen dürfte auch ein Gewicht für die Deutung haben und die auf dem Rücken der *Asterias* hervortretenden Cirren, welche sich sehr ähnlich verhalten, erleichtern diese Ansicht. Vielleicht findet man bei noch schärferer Aufmerksamkeit selbst an der Oberfläche der vermeinten Medusen-Kiemen eine ähnliche Wirbelbewegung, auf welche scharf zu achten ich verabsäumt habe. Genug es giebt bei den Medusen Complicationen der Structur, welche darüber nachzudenken veranlassen, ob man ihnen nicht sogar Organe für eine Respiration zugestehen müsse.

Bewegungsorganismus der Medusen.

Nach diesen Untersuchungen, zum Theil gleichzeitig mit ihnen, habe ich mich bemüht, in das organische Bewegungssystem dieser Formen eine deutlichere Einsicht zu erlangen, als sie bisher vorhanden war und das Vertrauen auf das Vorhandensein von besonderen Bewegungsorganen, so wie das Mifstrauen in die Gründlichkeit meiner Untersuchungen, so lange ich keine fand, haben dieselben denn auch ans Licht gezogen.

Bei *Medusa capillata* kannte man schon vor Gäde's Untersuchungen, der es aber zur bestimmteren Klarheit brachte, dafs die netzartigen parallelen Fasern, welche wie freie Schnüre concentrisch auf der Unterseite liegen und ansehnlich dick sind, die Contraction bewirkten und Muskeln wären. Allein diese Muskeln blieben doch verdächtig und gewannen kein allgemeines Vertrauen. Der Grund lag darin, weil nicht alle, ja nur sehr wenige Medusen solche Apparate zeigen, obschon sie alle eine kräftige Bewegung und Contraction erkennen lassen. Dies Mifsverhältnifs ist es besonders, welches aufzuklären ich mir vornahm und welches mir gelungen ist auf einen wohl ansprechenden Gesichtspunkt zu führen und auszugleichen.

Am frühesten überzeugte ich mich bei *Medusa aurita* von 2 keulenförmigen Muskelbündelchen in der Basis jedes einzelnen Randfühlfadens. Ich fand diese schon im Jahre 1833, da sie aber zur Bewegung des ganzen Thieres nicht beitragen und vielmehr dessen auffallende klappende Totalbewegung, wenn sie ohne besondere Organe vor sich gehen sollte, in Verwunderung setzt, so hielt ich das Problem damit nicht für gelöst. Ich suchte in der Substanz der Scheibe nach Organen der Bewegung. Die Durchsichtigkeit der gallertigen Masse liefs mich lange umsonst nach dem suchen, was ich mich hinterher wunderte nicht mit blofsen Augen sogleich erkannt zu haben, wie es ebenso mit den rothen Augenpunkten erging.

Man sieht ganz leicht mit blofsen Augen jeden strahlenförmigen Ernährungs-Canal, der vom Magen zum Rande geht, auf der Unterseite von 2 röthlichen Linien eingefafst, die ich lange Zeit für blofses Pigment der Oberfläche hielt, allein als ich feine Querschnitte der Substanz machte, um zu erkennen, ob die Canäle blofse Aushöhlungen in der Gallerte wären, oder ob sie eigne bestimmte Gefäfswände hätten, die sich anschaulich machen liefsen, so bemerkte ich immer an 2 Stellen der unteren Seite der allerdings

deutlichen Gefäfshaut eine Verdickung. Diese Verdickungen befanden sich immer an den Stellen, wo die beiden das Gefäfs einfassenden Pigmentstreifen äufserlich sichtbar waren. Dies erweckte in mir schon die Idee von Contractions- und Expansions-Organen für die Scheibe. Durch Compression abgeschnittener Theile, die nicht allzuviel Gallerte enthielten, erlangte ich sehr bald wirkliche Längsfaserung der röthlichen Linien zur Anschauung und es kann deshalb gar nicht gewagt sein, diese Linien für Muskellinien anzusprechen, welche überall die Darmcanäle begleiten und mit deren Gefäfswänden innig verbunden sind, da man sie leicht sehen kann. So ist denn also die Bewegung dieser Körper keineswegs ein unbestimmter Act der Irritabilität, sondern dem bestimmten Willenseinflusse des Thieres zugänglich.

Fortpflanzungs-Organismus.

Ein ähnliches doch etwas verschiedenes Verhalten beobachtete ich an *Cyanea capillata*, deren Darmverzweigung von obiger etwas abweicht, indem die vom Magen kommenden Haupt-Ernährungs-Canäle länger einfach bleiben und erst in der Nähe des Randes sich in viele kurze gebogene Zweige verästeln. Hier sah ich die röthlichen Muskelstreifen nur an den geraden Hauptradien, aber also doch wieder als Längsmuskeln. Ob nun diese Formen in jenen netzförmigen Schnüren der mittleren Scheibe noch concentrische Quermuskeln besitzen, wofür man bisher diese Fäden angesehen hat, oder ob diese freien Querfäden eine andere Function haben, konnte ich nicht entscheiden. Nach der Analogie von *Medusa aurita* würde die *C. capillata* auch ohne das concentrische Fasernetz ihre Bewegung hervorzubringen hinreichend organisirt sein.

Endlich hatte ich auch noch Zeit, Lust und Mufse, mich nach dem Fortpflanzungs-Organismus derselben Thiere umständlich umzusehen. Obwohl Gäde, der erste umfassendere Monograph der Medusen-Organisation, die 4 röthlichen meist halbcirkelförmigen Wülste in der Mitte der Medusenscheibe nicht für den Eierstock, sondern für die Leber hielt, so hatten doch später Eysenhardt, von Baer und Rosenthal die wahre Function derselben schon bestimmter ermittelt und ich konnte dies nur bestätigen. Auf der Unterseite um den Mund hinter den grofsen Fangarmen liegen 4 abgeschlofsne Räume, welche vom Magen durch eine nicht sehr dicke Haut nach innen getrennt sind. In diesen Räumen liegen die 4 gelblichen oder röth-

lichen Cirkelwülste, welche leicht in die Augen fallen. Jeder Raum hat unterhalb eine runde ziemlich weite Öffnung, durch die das Wasser beständig freien Zutritt zum Eierstocke hat. Nicht weit von der Öffnung befindet sich am untern Blatte innerhalb ein Kranz von Fühlfäden, welche mit ihren von Saugwärzchen besetzten kolbigen Spitzen oft aus der Öffnung ragen. Am Grunde jedes solchen Fühlfadens, oder zwischen je 2, ist ein markiges Knötchen, welches wohl zum Nervenmark gehören könnte, so wie andere ähnliche Markknötchen zwischen je 2 Randfühlern liegen und mit ihren Schenkeln sich immer in 2 verschiedene Fühler einsenken. Im hinteren Raume der Eierstockhöhle liegt ein quergefalteter, festgehefteter, in der spätern Zeit locker werdender Schlauch, welcher mit violetten oder gelblichen Kugeln dicht erfüllt ist. Ich habe durchaus kein Bedenken, diesen Schlauch für den Eierstock und zugleich den Eileiter mit Zuversicht zu halten, denn die von ihm eingeschlossenen verhältnifsmäfsig grofsen Kugeln bestehen, wenn sie kleiner sind und noch eine schön violette Farbe haben, aus einer farblosen Schale und einem dotterartigen, gefärbten, körnigen, zuweilen blasigen Inhalte, wie man es bei allen Eiern zu sehen gewohnt ist. Hat dieser Eierstock eine mehr gelbliche Farbe und ist er mehr aufgelockert, so sind die Kugeln gröfser, gelblich, einige eiförmig und bewimpert, die letztern ohne Schale, also schon ausgekrochen, und etwas später entleert der gefaltete Schlauch immer mehr von diesen Körpern, bis er zuletzt ganz farblos oder milchfarbig wird. Die befreiten Kugeln, welche rücksichtlich der Gröfse, als Eier, kein unrichtiges Verhältnifs zum Mutterthiere hatten, obschon man sie mehr klein als grofs nennen kann, sammeln sich an den gefranzten Falten der 4 grofsen Mundfühler, welche durch die herabhängenden langen Mundwinkel des viereckigen Mundes gebildet werden und durch ihren Reiz oder eine gleichzeitige Turgescenz des Mutterthieres bilden sich an jenen Mundfühlern dicht neben den Franzen kleine Taschen, welche sich immer mehr erweitern, je mehr bewimperte Junge oder Keime sich in sie hineindrängen, bis zuletzt die 4 Fangarme ebensoviel beerenhaltigen Trauben gleichen. Nach einiger Zeit entleeren sich die Taschen wieder, indem die Jungen im Wasser frei davon schwimmen und die Taschen selbst verschwinden. Fast scheint es, dafs die Saugwärzchen der Franzen an den grofsen Tentakeln nur zum Festhalten und Dirigiren der aus dem Eierstocke entleerten Brut dienen. Werden vielleicht auch die einzelnen Jungen durch die Fühlfäden der

Eierstockhöhlen erfafst und bis an die Fühlfäden der grofsen Tentakeln hingeleitet? Diese Verhältnisse liefsen sich nicht ermitteln.

Aus dieser einfachen Erzählung der Erscheinungen ergiebt es sich aber wohl deutlich, dafs man jene rundlichen Körper der Eierstöcke für die Brut dieser Thiere zu halten hat. Dennoch giebt es einige Schwierigkeiten, die nicht übergangen werden dürfen.

Die Form der Brut, besonders wenn sie in den periodischen Beuteln der Fangarme aufgenommen ist, hat gar keine Ähnlichkeit mit einer Meduse, sondern eine sehr grofse mit einer *Leucophrys* oder *Bursaria* der Infusorien und man hat noch keine Entwicklung dieser Formen in Medusen gesehen. Deshalb hat man schon (wie v. Baer) davon gesprochen, dafs diese Körper wohl Parasiten sein könnten. Obwohl ich selbst auch die Verwandlung direct zu verfolgen keine Zeit mehr übrig hatte und in den Versuchen, die ich machte, nicht glücklich war, weil sie starben, so scheint es mir doch sehr unnatürlich, dafs das periodische Erscheinen der vielen Taschen an den Mundfühlern, das Anschwellen fast aller Individuen ohne Ausnahme mit solchen Beuteln zu gewissen Zeiten, ferner der Umstand, dafs man dieselben Körper mit andern, blafs violetten, kleinen Medusen ohne Fangarme mehr ähnlichen, an Zahl aber weit geringeren Körpern gleichzeitig schon im Eierstocke selbst findet, blofs als Parasiten bezeichnen solle. Auffallend freilich waren mir auch die so sehr verschiedenen Formen der Eier der Eierstöcke, allein wenn man sich unter diesen Umständen nicht vorläufig mit den vorhandenen Erfahrungen begnügen will, so würde ich vielmehr die Verschiedenheit der Formen auf ein Geschlechtsverhältnifs zu übertragen geneigt sein.

Ungeachtet nämlich sehr angestrengter Untersuchung der *Medusa aurita* gelang es mir nicht eine Spur von Organen zu finden, die sich etwa für männliche Sexual-Organe halten liefsen. Anderweitige ausgebreitete Untersuchungen im Thierreiche lassen es mir aber nicht mehr wahrscheinlich werden, dafs es in der Natur überhaupt blofs weibliche Thiere gebe, die nicht getrennten Geschlechts, sondern wirklich *Anandra* wären. Unter diesen Umständen kommt jene grofse Verschiedenheit der Brut vielleicht etwas zu Statten, und es ist gewifs nicht mehr gewagt, die bewimperte, den Infusorien ähnliche, zahlreichere, in den Beuteln vorzugsweise aufgefangene Brut für eine sehr kleine männliche Form zu halten, als den immer mit Eierstöcken versehenen Medusen ein männliches Geschlecht ganz abzusprechen.

Die Gröfsendifferenz, welche ansehnlich ist, würde hierbei gar nicht von grofsem Gewicht sein, da es sehr viele Thiere giebt, bei denen die Männchen den Weibchen an Gröfse ganz aufserordentlich nachstehen. Diese Meinung spreche ich blofs als eine Hypothese aus, die keinen wissenschaftlichen Werth der Festigkeit haben soll, aber darauf hinleiten möge, auch diesen Gesichtspunkt bei den künftigen Untersuchungen nicht aus dem Auge zu lassen ([1]).

Über die Zahlenverhältnisse und Varietäten der *Medusa aurita.*

Man hat die Zahl der Eierstöcke und äufseren Organe bei den Akalephen zu Gattungscharacteren benutzt. Nach den Beobachtungen, welche ich an *Medusa aurita* machen konnte, sind diese Zahlen bei den Individuen sehr unsicher und veränderlich. Schon frühere Beobachter, besonders aber Herr von Baer, haben speciell darauf aufmerksam gemacht, dafs zwar am häufigsten 4, aber nicht immer 4 Eierstöcke und Fangarme vorhanden sind. Schon O. F. Müller beobachtete zuweilen 3. Herr von Baer beobachtete 3, 4, 5 und 6 und letzterer fand, dafs mit der Zahl der Eierstöcke auch immer die Zahl der Fangarme und Canäle sich regelmäfsig anders zeigt. Das letztere Verhalten konnte ich leicht bestätigen und bei den Untersuchungen vieler Hunderte und dem prüfenden Anblick wohl vieler Tausende von Indi-

---

([1]) Nach einer neueren öffentlichen Anzeige in Frorieps Notizen Sept. 1836 von Herrn Dr. von Siebold in Danzig und auch Privatnachrichten zufolge ist es demselben gelungen, in verschiedenen Individuen der *Medusa aurita* Geschlechtsdifferenzen zu erkennen, so dafs es also allerdings ein getrenntes Geschlecht bei diesen Formen, aber auf andere Weise, gebe. Die Männchen sollen sich wenig, nur durch geringere Gröfse und durch Mangel der kleinen Beutel an den Fangarmen, besonders aber dadurch von den Weibchen unterscheiden, dafs sie in den Eierstöcken keine Eier erkennen lassen. Dergleichen Formen sind auch mir sehr viele vorgekommen, allein ich habe all jene Charaktere nur für Jugendzustände der Weibchen deshalb halten zu müssen geglaubt, weil ich die entschiedensten allmäligen Übergänge all jener Zustände in die vollendet entwickelten eiertragenden Weibchen häufig vor mir hatte und nie bewegte Spermatozoen im Innern sah. Zufolge einer Privatnachricht glaubt Herr von Siebold die Bewegung von Spermatozoen bei den Männchen beobachtet zu haben und das wäre allerdings, wenn es nicht krankhafte Entozoenbildung ist, wohl entscheidend. Dieselben Organe in ganz gleicher Form und Farbe, welche bei den Weibchen Eier enthalten, sollen bei den Männchen bewegte Spermatozoen führen. Obwohl die so sehr gleiche Form und Farbe jener Organe beider Geschlechter etwas beunruhigendes hat, auch die anderen Gegengründe einiges Gewicht behalten, so verlangen doch jene Mittheilungen des sehr achtungswerthen geübten Beobachters besondere Aufmerksamkeit und machen eine baldige weitere Entwicklung dieser Verhältnisse noch wünschenswerther. Spätere Bemerkung.

viduen, habe ich die Beobachtung dieser Verhältnisse noch ansehnlich erweitern können. Ich habe Individuen gefunden mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 8 Eierstöcken. Die übrigen Organe verhielten sich dabei folgendermafsen. Die Individuen, welche einen einzelnen Eierstock zeigten, hatten diesen immer cirkelförmig um den Mund und gewöhnlich war er aus 3 oder 4 verschmolzenen Eierstöcken entstanden, die auch immer ihre besonderen Öffnungen zeigten, obschon die Räume innen zusammenhängen. Ein doppelter Eierstock, den ich beobachtet, war aus 6 einzelnen zusammengeflossen und hatte 6 Öffnungen für 2 Räume. Andere Bildung habe ich bei diesen Zahlen nicht gesehen. In jenen Fällen waren immer so viele Mundlappen (Tentakeln) als Öffnungen für die Eierhöhlen da waren, also 3, 4, 6. Ganz in gleichem Verhältnifs hatte sich die Zahl der Darm-Radien und braunen Randkörper von der Grundzahl 4 entweder vermehrt oder verringert. Bei 4 Eierstöcken sind als Regel 4 Fangarme an einem viereckigen Munde, 8 Kiemen-Augen (braune Körperchen), 8 Afteröffnungen und 16 Hauptradien des Darms, von denen 8 verzweigt sind. Bei 3 Fangarmen ist der Mund dreieckig und es finden sich 3 Eierstöcke mit 3 Öffnungen, 6 Augen-Kiemen, 6 Afteröffnungen und 12 Hauptradien des Darmes. Bei 8 Fangarmen ist der Mund achteckig, es finden sich 8 Eierstöcke mit 8 Öffnungen, 16 Kiemen-Augen, 16 Afteröffnungen und 32 Darmradien u. s. w.

Nicht selten gab es jedoch Abweichungen von diesen Regeln. Zuweilen fanden sich 3 Eierstöcke und 4 Tentakeln mit viereckigem Munde und Disposition der übrigen Organe nach der 4-Zahl. Bei genauerer Betrachtung fand sich dann immer, dafs ein Eierstock etwas gröfser war und sogar zuweilen 2 Öffnungen hatte. Ähnliches fand sich bei anderen Zahlen des Eierstockes. Allein es fanden sich auch bei sechseckigem Munde, 6 Tentakeln, 6 Eierstöcken und Eieröffnungen, anstatt der nöthigen 12 braunen Körper und 24 Darmradien, nur 11 braune Körper und 22 Darmradien. Bei 3 Eierstöcken, dreieckigem Munde, 3 Tentakeln fand ich zuweilen 7 braune Körper und 14 Darmradien, statt 6 und 12. Bei 8 Eierstöcken und 8 Tentakeln zählte ich einmal 14 Kiemen-Augen und 28 Darmradien, anstatt 16 und 32.

Ich versuchte nun den Grund dieser schwankenden Zahlenverhältnisse zu erkennen und es gelang auch leicht. In allen Fällen, welche ich beobachtete, ergab sich ein Streben zur Vierzahl, das bald durch Wucherung in ein-

zelnen Organisationstheilen überschritten, bald durch Hemmung nicht erreicht war. Nie nämlich waren in Fällen wo die Zahlenverhältnisse desselben Individuums untereinander differirten die Zwischenräume gleich, wie es sonst der Fall ist und was, wie es scheint, ein deutlicher Beweis ungleichartiger Ausbildung ist. Da hingegen, wo die Zahlen regelmäfsig als 3, 6, 12, oder 4, 8, 16, oder 6, 12, 24 in gleichen Zwischenräumen auftraten, könnte es scheinen als liefse sich nicht entscheiden, welche von diesen Zahlen die wahre dem Thier angehörige und welche die zufällige sei, oder ob alle gleichmäfsig normal wären. Jedoch auch da geben andere Verhältnisse ein befriedigendes Anhalten. Unter 100 Individuen nämlich, die ich beobachtete, läfst sich kaum ein anderes Verhältnifs auffinden, als dafs 90 die reine Viertheilung 4, 8, 16 zeigten, etwa 3 die Dreitheilung 3, 6, 12, etwa 3 die Fünftheilung 5, 10, 20, vielleicht 2 die Sechstheilung 6, 12, 24 und die übrigen 2 andere Zahlen erkennen liefsen (¹). Es gab also einen häufigen Typus und seltene Schwankungen um denselben, wie das Lebendige sie überall zeigt. So finden sich 4 Blätter am Kleeblatt, so 5 Blättchen an der viertheiligen Fliederblume zuweilen sogar häufig, aber nicht als Regel. Ja wo durch Cultur der Typus vollkommen verändert erscheint, kehrt er zurück wenn die Pflege nachläfst, wie die Gartencultur bei den Pflanzen und Veredelung der Hausthiere es zu allen Zeiten gelehrt hat.

Bei Betrachtung dieser Zahlenverhältnisse in den Individuen der Medusen habe ich jedoch ein Gefühl nicht unterdrücken können, welches von mehreren Seiten her angeregt wurde und vielleicht auch anderen nicht fremd geblieben. Sind nämlich die Medusen wirklich einfache Thiere, Individuen, oder sind sie Aggregate von Thieren, den Polypenstöcken, den zusammengesetzten Ascidien gleich. Ich gestehe dafs die vielen Darmöffnungen, welche sich deutlich machen liefsen, mich ganz besonders mit dieser Idee erfüllt haben und dafs die Schwankungen in den Zahlenverhältnissen keineswegs dazu beitragen, diese Idee zu entfernen. Auch die strahlenförmige Anord-

---

(¹) Unter den Tausenden der gesehenen Individuen erkannte ich nämlich nur 2 achttheilige und etwa 15 bis 20 sechstheilige, nur etwa 20 bis 30 fünf- und dreitheilige, alle übrigen waren viertheilig. Die ein- und zweitheiligen Eierstöcke hatten keinen weiteren Einfluſs auf die übrigen Zahlenverhältnisse und waren sehr selten.

nung der gleichartig wiederkehrenden Organisations-Glieder leiten zu diesem Gesichtspunkte hin. Wäre die *Medusa aurita* ein zusammengesetztes Thier, so würde die einfache Form einen röhrenförmigen einfachen Mund mit runder Öffnung und einem einfachen Tentakel, einen halbcirkelförmigen Eierstock, 4 Darmradien, 2 Kiemen-Augen und freilich auch noch 2 Afteröffnungen haben. Rücksichtlich der Form-Entwicklung wird diese Idee nicht begünstigt. Ich habe 6 Linien grofse Formen dreitheilig, viertheilig und nicht viel gröfsere achttheilig gesehen, während ich auch dreitheilige von 6 Zoll und viertheilige von fast 1 Fufs im Durchmesser zu beobachten oft Gelegenheit hatte. Alle von mir beobachteten gröfsten Individuen waren viertheilig, was noch ein nicht unwichtiger Grund mehr für das Typische dieses Zahlenverhältnisses der Viertheilung ist und so erscheint denn in Rücksicht auf Entwicklung die Achttheilung nicht als eine Vergröfserung und Entwicklung der Viertheilung, sondern als ein Überbilden und Zertheilen des Keimes auf Kosten der inneren Kraft, oder, was gleich ist, als eine Monstruosität. Es scheint sich hiermit denn durch die Erwägung der Entwicklung der Medusen feststellen zu lassen, dafs sie zu den zusammengesetzten Thieren nicht gezogen werden können, odes es müfste sich denn der Entwicklungsprozefs vom einfachen zum zusammengesetzten Thiere schon in der zartesten Jugend vollenden, was meinen Erfahrungen zufolge im Eie nicht geschieht, so lange dasselbe mit der Mutter in Verbindung ist. Auch die in den Brutbeuteln der Tentakeln sich weiter entwickelnden Jungen geben darüber keine Belehrung und doch erreichen sie da schon die Gröfse von $\frac{1}{8}$ Linie. Die nächstfolgenden Gröfsen der frei umherschwimmenden Brut bis zu der von 6 Linien sind noch nicht beobachtet, allein es ist nicht wahrscheinlich, dafs die Beobachtung derselben in der Sache, wie sie schon vorliegt, etwas ändern werde, weil nach vollendeter Entwicklung und dem Selbstständigwerden der Jungen die Anlage zur Scheibenbildung bereits anschaulich wird und bei 6 Linien Gröfse schon alle Complicationen des strahligen Organismus wie im 6 Zoll grofsen Thiere vollendet sind, mithin die Form in der Zwischenperiode gar nicht, oder doch nur durch allmälige Verlängerung der Tentakeln und Auseinandertreten der früher durch enges Aneinanderliegen undeutlichen Theile, verändert werden mag.

Übersicht aller der Nervensubstanz vergleichbaren Theile im Körper der Medusen.

Dafs 2 drüsige Knötchen unter jedem der kleinen Augenstiele liegen und zur Pigmentstelle hinlaufende Schenkel haben und dafs diese Knötchen Nervensubstanz sein mögen, habe ich bereits als annehmlich auseinandergesetzt. Die feinkörnige Natur der rothen Pigmentmasse und die völlig analoge ja gleiche Augenbildung bei den Cyclopiden der *Entomostraca* und der Räderthiere erlauben und befestigen diese Annahme. Ich habe aber die Spuren eines Nervensystems noch weiter verfolgt, indem ich auf die am meisten irritablen Stellen dieser Thiere meine intensiveste Aufmerksamkeit richtete. Ich glaube denn noch auf andere Nerven hinweisen zu können.

Um den Mund unmittelbar hat es mir nicht gelingen wollen etwas Nervenartiges oder Hirnartiges zu erkennen, allein ich fand längs des ganzen Scheibenrandes zwischen je 2 der feinen Fühlfäden einen beim auffallenden Lichte weifslichen, beim durchgehenden Lichte gelblichen, markigen, zweischenklichen Knoten in Form den obenbeschriebenen Augenknoten ähnlich und mit seinen 2 Schenkeln zu 2 verschiedenen Fühlfäden gehend. Diese Schenkel, oder dünner werdenden Verlängerungen, konnte ich in der Basis der Fühlfäden eine Strecke lang verfolgen, wo sie an der Innenseite der beiden keulenförmigen blafs röthlichen Basalmuskeln als gelbliche Streifen sichtbar waren. Zwischen den beiden Schenkeln je 2 benachbarter Ganglien liegt der kleine Blindfortsatz des ernährenden Randcanals, welcher sich mit Farbe füllt. So anschaulich nun diese Verhältnisse waren, so hat es mir aber doch nicht gelingen wollen, den blau erfüllten Darm von der danebenliegenden drüsigen (Nerven) Substanz zu isoliren, vielmehr schien entweder die drüsige Substanz geradhin einen Theil der Darmwand zu bilden, oder letztere war so fein und so fest angeheftet, dafs sie eine Isolirung nicht gestattete.

Eine ähnliche Organisation erkannte ich bei den Fühlerkränzen, welche die Öffnungen der Eierstockhöhlen innerhalb umgeben. Auch hier fanden sich zahlreiche markige Knötchen an der Basis des Kranzes. Je 2 Knötchen schienen zu jedem einzelnen Fühlfaden zu gehören. Sind diese markigen oder drüsigen, d. h. feinkörnigen, an Farbe bei durchgehendem Lichte ebenfalls gelblichen Knötchen Nervenmasse, so wäre die Nervensub-

stanz bei *Medusa aurita* keineswegs der Gallerte unsichtbar beigemischt, sondern folgendermafsen ganglienartig vertheilt:

Dem Schlunde zunächst liegen 4 Gruppen von Markknötchen kranzartig in den Geschlechtshöhlen neben den Eierstöcken und stehen mit eben sovielen Gruppen von Fühlfäden in nächster Beziehung. Eine andere mehr zusammenhängende Reihe von Markknötchen bildet einen dichten Kranz am äufsersten Scheibenrande dicht an der Basis der Randfühlfäden, welcher aber auch durch die eingeschalteten 8 braunen Körper achtmal unterbrochen ist. Endlich giebt es 8 Paar isolirter Markknötchen an der Basis der 8 braunen Randkörperchen selbst, welche die Unterbrechung der übrigen Randknötchen zu ergänzen scheinen, aber sich mehr isoliren, es sind die, welche ich vorhin als Augennerven besonders bezeichnet habe ([1]).

Die Localität und enge Verbindung mit den offenbar wahrscheinlich empfindungsreichsten Theilen dieser Thiere verdienen doch wohl die Aufmerksamkeit auf jene Markknötchen, welche ich denselben widmen zu müssen glaubte und die Verbindung einzelner mit einer deutlichen Absonderung von Kalkkrystallen und rothem Pigment, samt den übrigen angegebenen begleitenden Nebenumständen und Analogieen scheinen es genügend zu vertheidigen, wenn ich von isolirter Nervensubstanz und einem Nervensystem dieser Thiere zu sprechen mir erlaubte. Dafs aber unter diesen genannten verschiedenen Theilen des Systemes keine Verbindung sei ist höchst unwahrscheinlich, so wenig es auch ihrer Feinheit oder Durchsichtigkeit halber gelungen ist, dieselbe nachzuweisen. Für künftige Forschungen bleiben also die eigentlichen feinen Nervenverbindungen unter sich und den verschiedenen Organen ein weites Feld der Untersuchungen.

([1]) Nach einer neueren Untersuchung von Medusen in Helgoland im Jahre 1835 habe ich an der *Cyanea Lamarckii*, *helgolandica* und *Chrysaora isoscela* keine rothen Pigmentflecke erkannt, allein die beiden Drüsen unter dem gelben gestielten Crystallbeutelchen waren deutlich ebenso vorhanden und überall fanden sich sehr deutliche Crystalle. Es mag wohl augenlose Medusen geben, wie es solche Räderthiere, Planarien, Annulaten u. s. w. giebt, bei deren einigen auch Nerven und Ganglien in der Augengegend pigmentlos wahrgenommen werden. Man vergleiche meine Darstellung des Nervensystems der *Hydatina senta*.

Ich habe mich ferner nachträglich an in schwachem Weingeist aufbewahrten Exemplaren der *Medusa aurita* überzeugt, dafs dem ausgeblichenen Pigmentflecke noch ein ansehnlicher drüsiger (Nerven) Knoten zur unmittelbaren Basis dient, welcher denn dem ähnlichen bei Planarien, Räderthieren und dem *Cyclops* vergleichbar ist. Spätere Anmerkung.

Bau der Gallertscheibe der Medusen an sich.

Um die Aufeinanderfolge meiner Erfahrungen gerade so aufzuzählen, wie die Untersuchung statt gefunden, berühre ich jetzt erst specieller den Bau der Gallertscheibe. Gerade diese grofse Gallertmasse hat der früheren Untersuchung theils bei *Medusa aurita*, theils bei den Rhizostomen viel geschadet. Man hielt sie oft für den organischen Haupttheil des Thieres, welcher, die Oberfläche vergröfsernd, die Ernährung durch Absorbtion vermittle, während sie offenbar nur ein Nebentheil ist. Auch die, freilich nur scheinbare, Einfachheit ihrer Structur veranlafste deutlich bis in die neueste Zeit die Ansicht von allgemeiner Einfachheit der Medusen. Ich habe an dieser Gallertmasse, abgesehen von den ihr unterhalb fast nur äufserlich anhängenden bereits erwähnten vielfachen organischen Verhältnissen, folgende bisher nur theilweis bekannte Structur beobachtet.

Die planconvexe Knorpelscheibe oder Gallertscheibe der *Medusa aurita* besteht aus einer in 3 Häuten eingeschlossenen, mit Gefäfsen, drüsenartigen Körnern und schüsselförmigen Saugwärzchen dicht durchzogenen, mithin keineswegs einfachen, vielmehr sehr organisirten Gallerte. Die ganze Oberfläche ist mit einem sehr klaren Schleim überzogen, welcher wahrscheinlich die Stelle der *Epidermis* vertritt. Was zuerst die convexe oder Rückenseite anlangt, so liegt unter dem Schleimüberzuge eine glänzende und im Allgemeinen glatte Haut, welche nicht einzeln lösbar ist und ein dichtes Netz von meist sechseckigen Maschen einschliefst. Diese Zellen enthalten hie und da eine trübe sehr feinkörnige weifsliche Substanz. Die Fäden, welche das Netz bilden, sind nicht Zellwände, sondern erscheinen wie feine Gefäfse, deren Durchmesser zwischen $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linie liegt. Die Maschen sind oft $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{96}$ Linie, zuweilen bis $\frac{1}{48}$ Linie breit, zuweilen viel kleiner und ihr Durchmesser zeigt keine feste Regel, so wie auch ihre sechseckige Form zuweilen der dreieckigen, viereckigen und fünfeckigen coordinirt ist. Diese Oberhaut ist zwar glänzend aber nicht völlig glatt, sondern durch in kleinen Abständen haufenweis gestellte schüsselförmige Körner (Saugnäpfchen), deren einzelne Häufchen auf kleinen Erhebungen (flachen Wärzchen) stehen, uneben. Die gröfsten dieser Saugnäpfchen, deren Zahl in jedem Haufen 5 bis 10 ist und um welche herum oft noch 10 bis 20 kleinere unregelmäfsig gehäuft stehen, haben im Durchmesser $\frac{1}{200}$ Linie. Ein ganzes Häufchen mifst $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{24}$ Linie und man kann diese Häufchen der Saugnäpfchen, weil sie den

Glanz der Fläche unterbrechen, jederzeit recht wohl mit bloſsem Auge schon erkennen.

Die concave oder flache Bauchseite der Knorpelscheibe, an welcher auch der Mund und die groſsen Fangarme befindlich sind, ist von der Rükkenseite dadurch sehr verschieden, daſs sie nicht eine einfache, sondern eine doppelte netzartige Haut in geringem Abstande hintereinander besitzt. Die äuſsere Haut, welche, wenn man den dünnen Schleimüberzug übersehen will, die *Epidermis* bildet, enthält, wie die der convexen Fläche, ein feines Gefäſsnetz und Körner oder Saugnäpfchen von ganz gleichartiger Natur, allein die Saugnäpfchen sind nicht haufenweis gruppirt, sondern einzeln zerstreut und durchgehend kleiner. In geringem Abstande hinter dieser äuſsern Haut nach innen liegt eine zweite mit ihr parallele Haut, welche ebenfalls durch ein Gefäſsnetz von oft sechseckigen Maschen ausgezeichnet ist, aber keine Saugnäpfchen, sondern verstreute wasserfarbene Körner enthält, die den benachbarten der Gallerte gleichen. Diese 3 Häute bezeichne ich mit den Namen Rückenhaut, Mittelhaut, Bauchhaut. Der Zwischenraum zwischen der Mittelhaut und der Rückenhaut ist viel gröſser, als der zwischen derselben und der Bauchhaut. Beide Zwischenräume sind mit wasserheller Gallerte erfüllt, die zahlreiche verstreute Körnchen, wie Drüsen in sich enthält. Diese Körnchen sind rundlich, nicht gleich groſs und etwas, aber nicht viel kleiner als die Saugnäpfchen der Oberflächen. Jedoch differirt die Gröſse oft um die Hälfte. Alle Körnchen sind durch feine Fasern (Gefäſse?), nicht Häute, verbunden. Die übrige Gallertmasse ist zu durchsichtig, um weitere Organisationsverhältnisse erkennen zu lassen, allein der scheinbar structurlose Raum ist nun nicht mehr bedeutend groſs, zumal da er noch von den groſsen Ernährungscanälen durchzogen wird. Letztere liegen sämtlich zwar sehr nahe an der Bauchhaut, aber doch immer zwischen der Mittelhaut und Rückenhaut so, daſs die Mittelhaut sich unter jedem Canale ganz dicht an die Bauchhaut anlegt.

Es ergiebt sich hieraus, daſs die Gallertscheibe der Medusen zwar kein unwesentlicher Theil ihres Körpers ist, daſs er aber für den Organismus nur ein Nebentheil ist. Er erscheint als ein festerer Stützpunkt für den allzuweichen, meist an der Bauchseite und am Rande befindlichen Organismus und vielleicht als ein Reservoir für einen Theil der dem Organismus nöthigen Stoffe.

Gesammtorganisation oder übersichtliches Bild des Baues einer Akalephe.

Medusa aurita besitzt einen runden, planconvexen, leicht glockenartig am Rande eingebogenen, am äufsersten Rande mit feinen kurzen Franzen (Fühlfäden) dicht besetzten Körper, mit vom Munde ab gleichartig strahlenförmiger, gewöhnlich, der Regel nach, viertheiliger, selten drei- oder mehrtheiliger Anordnung der organischen Systeme. Ein unterhalb in der Mitte gelegener vierwinkliger Mund läuft, der Regel nach, in seinen Winkeln in 4 dicke, armartige, zweiblättrige und gefranzte Lippen oder Fangarme von der Länge der Körperbreite aus, die zugleich periodisch Brutträger sind. Vier Schlünde und 4 Magen, die in ein vielspaltiges Gedärm übergehen, welches die leicht sichtbaren, zuweilen unregelmäfsig anastomosirenden Canäle der Bauchseite (Mundseite) bildet und sich in einen cirkelförmigen Randcanal vereinigt, machen das Ernährungssystem. Acht mitten zwischen ebensoviel braunen Körperchen in gleichem Abstande am Rande gelegene Erweiterungen und Öffnungen, mit besonderer sich auszeichnender Klappe versehen, vermitteln die Excretion der verdauten Stoffe. Die Nervensubstanz ist in mehrere Ganglien-Gruppen im Körper vertheilt und scheint deutlich abgeschlossene Sinnesorgane zu bilden. *a.* Acht schönrothe, augenartige, auf (Nerven) Mark ruhende Punkte stehen, von je 2 Ganglien unterstützt, auf ebensoviel stielartigen, freien, eine innere Circulation und Absonderung von Kalkcrystallen zeigenden, sehr kleinen, dem blofsen Auge bräunlichen Körpern am Rande und die rothen Augenpunkte sind dem Rükken zugewendet. Dieselben Organe sind in dreitheilige, nach vorn offne, aber verschliefsbare Scheiden eingehüllt und besonders geschützt. *b.* Ein Ganglienkranz liegt am Rande der Scheibe mit ebensoviel sehr dehnbaren, und bei Beunruhigung schnell und stark contrahirten Fühlfäden in nächster Beziehung und abwechselnd, deren jeder einzelne zwischen je 2 Blättchen des eingekerbten Randes sitzt, welche kleiner sind als die Klappen der Analstelle. Sämmtliche Fühlfäden des Randes sind bei der Contraction, aufser den kleinen einen gekerbten Rand bildenden Blättchen der Bauchseite, noch von der Rückenseite durch eine schmale nicht eingekerbte freie Haut bedeckt und geschützt. *c.* Eine dritte Ganglien-Gruppe erkennt man unter den ebenso irritablen Fühlfäden, welche in den 4 Eierhöhlen liegen und bildet 4 dem Centrum und Schlunde näher liegende Massen. Ein Blutcirculationssystem

erscheint als in mehrere getrennte Systeme vertheilt und ist deutlich ohne pulsirende Central-Organe. Dieselben 8 freistehenden die Augen tragenden Körperchen bilden die 8 kiemenartigen Mittelpunkte dieser Bewegung und lassen deutliche Blutkörperchen erkennen. Überdiefs erkennt man ein über und durch den ganzen Körper verbreitetes feines und lockeres Netz von wahrscheinlichen Gefäfsen ohne sichtbare Circulation im Innern und zu fein für die Blutkörperchen, zwischen welchem zahlreiche drüsenartige Körnchen eingestreut sind. Ein Bewegungssystem besteht aus doppelt soviel kleinen, keulenförmigen, röthlichen Muskeln am Rande der Scheibe, als Fühlfäden vorhanden sind und aus muskelartig streifigen, schmalen Bändern von blafsröthlicher Farbe, welche die strahlenartigen Darmverzweigungen auf beiden Seiten begleiten. Männliche Geschlechtsorgane sind anatomisch nicht erkannt. Alle gröfseren Individuen sind deutlich weiblich und die kleineren, von 6 Linien Gröfse an, mit den grofsen in Gestalt der feinsten und gröfsten organischen Verhältnisse, sowie der Farbe, nur die Entwicklung der Eierstöcke und Brut-Beutel ausgenommen, so übereinstimmend und so gleichartig variirend, dafs auch ein getrenntes Geschlecht bisher nicht zu erweisen war. Vier besondere Geschlechtshöhlen mit Fühlerkränzen um eigenthümliche Öffnungen umhüllen vier schlauchartige, rothe oder violette, gefaltete Eierschläuche, welche das sogleich in die Augen fallende röthliche Kreuz in der Mitte der Scheibe bilden und zunächst unter den 4 Magenhöhlen und dicht um den Mund auf der Bauchseite liegen. Das rechte Ende jedes Eierschlauchs scheint den Eileiter zu bilden, das linke den Eierstock zu enthalten. Die rundlichen Eier haben anfangs eine glatte Schale und eine intensive violette Farbe. Später verschwindet die Schale und die den Eiern noch ähnlichen Jungen sind überall bewimpert und schwimmen. Noch später bilden sich die armartigen Mundwinkel und die andern äufseren Organe aus. Alles dies ist aber schon vollendet, wenn die (weiblichen) Jungen 6 Linien Gröfse erreicht haben. Gröfsere defecte Exemplare sind also, wie es deren viele giebt, verstümmelt. Die aus dem Eierstocke ausgeschiedenen Jungen sind doppelter Art, blafsrothe und braune. Die blafsrothen scheinen alsbald wegzuschwimmen, die braunen werden vorzugsweise in die Brut-Beutel der grofsen Fangarme aufgenommen, wo man wenig scheibenförmige röthliche findet, welche doch vorher die Eierstöcke meist erfüllten. Sind jene braunen Jungen vielleicht Männchen? Wandeln sich die Formen erst in andere um?

Äufsere Kiemen und fungirende Sinnesorgane bei Echinodermen.

Kurzer Beitrag zur Kenntnifs der Structur der *Asterias violacea.*

Gleichzeitig mit den obigen Experimenten und Beobachtungen, welche, die organischen Verhältnisse der Medusen zu erläutern, angestellt wurden, hatte ich in Wismar 1834 Gelegenheit, kleine Exemplare der *Asterias violacea* lebend zu beobachten. Einige Resultate dieser Beobachtungen sind von allgemeinerem Interesse und schliefsen sich hier zweckmäfsig an. Sie betreffen bisher unbekannte Kiemen oder Respirationsorgane der Seesterne, und auch, was ganz in den Kreis der Ideen pafst, welche die Untersuchung der Infusorien und Medusen erweckt haben, bisher unbekannte Sinnesorgane bei ihnen.

Seit Tiedemanns vortrefflichen und classischen Untersuchungen über den pomeranzenfarbenen Seestern, ist die von ihm ausgesprochene Meinung feststehend geworden, dafs die Seesterne und Seeigel ebenso wie die Holothurien eine Respiration in ihrem inneren Körperraume haben, zu welchem Behufe sie durch besondere Öffnungen Wasser einnähmen. Diese Öffnungen fand Tiedemann an der Spitze zarter Röhren, welche das lebende Thier auf der Rückenseite zahlreich hervorstreckt. Er fand es durch Quecksilber-Injection, wobei das Quecksilber diese Röhren ausdehnte und aus den Spitzen ausflofs. Cuvier und alle neueren Zoologen haben diese Ansicht aufgenommen und jene Röhren als Wasser einsaugende Organe für die innere Respiration festgehalten. Directe Beobachtungen des Kreislaufes selbst machte Carus 1829 (Analecten p. 132) bei Seeigeln. Er sah innerlich unter den *Ambulacris* kleine abgeschlossene Kreisläufe des Blutes, was man denn wohl als Anschauung der inneren Respirationsorgane hätte ansehen können. Mir haben sich bei lebenden Thieren von den genannten sehr verschiedene Verhältnisse gezeigt, welche an die Stelle der inneren Kiemen bei Seesternen sogar äufsere Kiemen setzen. Je gröfser nämlich die mikroskopisch zu untersuchenden Thiere sind, desto schwieriger pflegt die Klarheit des Zusammenhanges der einzeln beobachteten Theile zu werden. Man mufs die gröfseren Thiere zerschneiden und jedenfalls gewöhnlich bedeutend in ihrer Lebensruhe stören, um sich dergleichen Anschauungen zu verschaffen, daher kommt mancherlei Schwierigkeit für das

Erkennen der wahren Verhältnisse, so sorgfältig und mühsam auch die Studien sind. Ich habe mich daher immer bemüht möglichst kleine Individuen ganz lebend zu erhalten und so mit dem Mikroskop in ihrer Lebensökonomie zu studiren. So sah ich denn 1833 beim *Echinus saxatilis* der norwegischen Küste, dafs alle Stacheln mit einer gewimperten wirbelnden Haut überzogen waren, welche bei den gröfseren Thieren nur an der Basis übrig bleibt, so dafs diese Stacheln sich also bei ihrer Bildung wie ein Hirschgeweih verhalten. Ein Umstand, welcher in diese bisher unerklärlichen Bildungen wohl einiges Licht bringt. Ebenso habe ich nun junge frei kriechende Exemplare der *Asterias* mit vieler Aufmerksamkeit betrachtet. Ich überzeugte mich sehr bald, dafs alle auf dem Rücken hervorstehenden einziehbaren Fasern keineswegs offne Röhren sein konnten, die Wasser aufnehmen, sondern, dafs in diesen Röhren eine ganz deutliche kreisende Bewegung von Blutkörperchen des Thieres Statt finde. An den stumpfen Spitzen aller Cirren kehrte der innere Strom dieser Körperchen gerade so wieder um, wie man es am Ende der Glieder bei der *Chara* oder in den Enden der Kiemen anderer Thiere deutlich sieht. Diese Circulation, einmal erkannt, liefs sich denn auch gegen das Licht schon mit der Lupe sehen und ich habe sie dann bei den gröfseren Individuen oft wieder aufgesucht und gefunden. Quecksilber mag sich also durch diese feinen Gefäfs-Enden einen künstlichen Weg durch seine Schwere gebahnt haben. Überdiefs zeigte das zusammengesetzte Mikroskop auch die äufsere Oberfläche der kleineren Respirationsröhren oder Kiemen in einer stark wirbelnden Bewegung und so mit hierzu thätigen Wimpern besetzt, wie sich diese oft in dergleichen Verhältnissen finden. In den weiteren Details des diesen Kiemen zum Grunde liegenden Gefäfssystems hatte ich nicht die Zeit Tiedemanns fleifsige Untersuchungen tiefer zu verfolgen. Dafs die Circulations-Erscheinung, welche Carus unter den *Ambulacris* des *Echinus* fand, ebenfalls eingezogene Organe dieser Art gewesen sind, deren weitere Beobachtung wünschenswerth ist, wird sehr wahrscheinlich.

Nach Entdeckung der Augen bei der *Medusa aurita* war ich denn sehr begierig einen Seestern schärfer als bisher nach ähnlichen Organen zu untersuchen. Die Stellung der Augen bei der *Medusa* gab mir auch einen Fingerzeig für den Ort, welchem ich wohl die Aufmerksamkeit zuzuwenden habe. Auf der Insel Pöhl nicht allzufern von Wismar hatte ich schon die

früheren Exemplare der *Asterias violacea* gefunden und eine neue Excursion dahin gab das allerdings wohl interessante Resultat, dafs auch die Classe der Echinodermen, welcher man bisher, aufser ein allgemeines Gefühl, bestimmte fungirende Sinnesorgane nicht zuerkannt und die man höchstens mit Cuvier an die Spitze der unvollkommenen Thiere gestellt hatte, sich durch höchst wahrscheinliche ganz bestimmte edlere Sinne den höheren Thierformen anschliefst.

Ich suchte und fand sogleich an allen Spitzen der 5 Arme der lebenden *Asterias* auf der Bauchseite einen schönrothen scharf umschriebenen Punkt und die Art, wie die lebenden Thiere diese Spitzen beim Kriechen stets zurückgebogen trugen, liefs mich kaum zweifeln, dafs ich nicht ebenfalls wahre Augen aufgefunden hätte. Eine grofse Anzahl kleiner und gröfserer Individuen, welche ich sogleich auf die Beständigkeit dieser Erscheinung prüfte, gab völlig dasselbe Resultat.

So haben denn also die Seesterne an den Spitzen ihrer Strahlen auf der Unterseite so viele bisher übersehene einzelne rothe Punkte, als sie einzelne Strahlen haben und diese Punkte bestehen ebenfalls aus einem schönrothen körnigen Pigment. Diese punktführenden Spitzen sind durch kleine Kalk-Pallisaden ganz besonders dicht geschützt und letztere bilden einen ganz deutlichen Wall, welcher gerade diese Stelle in der Mitte frei läfst. Nur im ganz ausgedehnten Zustande biegen sich alle Stacheln in 2 Reihen ab und verwischen die Form des Walles oder der Augenbraunen. Beim Kriechen der Seesterne biegen sich alle Spitzen der Strahlen nach dem Rükken zu um in die Höhe und die rothen Punkte kommen sonach, aus der gewöhnlichen Richtung der ruhenden Bauchfläche nach unten, ganz in die horizontale oder seitliche und obere Richtung, nach welcher alle Bewegung dieser Thiere geschieht. Sieht man die Bewegung derselben nun an, so bleibt gar kein Zweifel, dafs alle Erscheinungen dazu beitragen es deutlich werden zu lassen, dafs sie an den Spitzen ihrer Strahlen Sehempfindungen besitzen mögen, die sie bei ihren Ortsveränderungen benutzen. Da es ferner ziemlich leicht ist den Tiedemannschen Nervenring und die von ihm abgehenden hinter dem Gefäfs liegenden einzelnen Fäden für die einzelnen Strahlen der Seesterne aufzufinden, so verfolgte ich dieselben auch hier bis zur Spitze der Strahlen mit dem Messer. Da sie zähe sind gelang es leicht und ich fand an der Spitze dicht am Auge eine Verdickung des Nerven, auf

welcher das Auge aufsitzt, wie es bei den Räderthieren, Planarien u. s. w. häufig der Fall ist. Sie sitzen unmittelbar auf dem Ganglion und verhalten sich also mit den ebengenannten ganz so wie die einfachen Augen eines *Cyclops.*

Ähnliche rothe Augenpunkte sind mir bis jetzt nur, aufser an der *Asterias violacea,* noch an *Ast. militaris* bekannt geworden, wo sie von Vahl in der *Zoologia danica* abgebildet sind. Im Spiritus aufbewahrte Exemplare mehrerer grofsen Arten zeigten keine besonders gefärbten Augen, oder das Pigment entfärbt. Denn auch die Augen der *Asterias violacea* verlieren im Tode, sowohl im Weingeist als getrocknet, ihre rothe Farbe ([1]). Vielleicht besitzen aber auch nicht alle, selbst nicht viele Arten dergleichen Augen, wie es augenführende und augenlsose Formen in fast allen Thierabtheilungen giebt.

Zuweilen war die Intensität der rothen Farbe der Augen an den verschiedenen Strahlen verschieden. Auch fanden sich Individuen deren einzelne Strahlen einen undeutlichen oder gar keinen Pigmentfleck hatten. Manchmal waren alle sehr blafs. Dieselbe Erscheinung findet sich aber auch bei den Augen der Räderthiere, Planarien u. s. w. Auch bei dem *Cyclops* variirt die Intensität des Roths. Bei den Philodinen der Räderthiere sind zuweilen beide Augenpunkte so blafs, dafs man sie leicht ganz übersieht, während sie bei andern Individuen stechend roth sind.

Ich habe auch versucht die Faserung der Nervensubstanz selbst zu erkennen. Der zähe Strang, welchen ich untersuchte, bestand aus umhüllen-

---

([1]) Ich habe seitdem noch in Helgoland an der sehr kleinen, nur 2 Linien grofsen *Asterias* rothe Augen gesehen, welche sich daselbst zwischen den Tangen findet und die Tilesius bei seinem Aufenthalte dort leuchten gesehen zu haben berichtet, die ich aber nicht leuchten sah, obwohl ich sie direct darauf untersucht habe. Übrigens scheint es mir aber doch, als wäre dieser kleine weifsliche Seestern nicht das Junge der dort gemeinen *Ast. violacea,* sondern eine eigene Art. Sie läfst sich folgendermafsen charakterisiren: *Asterias helgolandica* n. sp. *Bilinearis, disco semilineari, radiis 4 ad 5 brevibus obtusis, dorso radiorum laevi, margine acicularum argute denticulatarum seriebus duabus armato.* Bei *A. violacea* ist auch der Rücken der Strahlen bewaffnet und es sind 3 Reihen von Stacheln auf jeder Seite. In der Form mögen die Jungen sich sehr ähnlich sein. Ich habe die Exemplare unter meinen mikroskopischen Objecten aufbewahrt und konnte noch zwei Monat nach dem Trocknen die jetzt verblichnen rothfarbigen Augen in Berlin vorzeigen. Vergl. Schriften der Akademie 1836: Über das Leuchten des Meeres, unter: Tilesius 1819. Spätere Bemerkung.

den Sehnenfasern und von diesen verschiedenen andern, weniger geschlängelten, die auch nicht viel stärker waren. Eine Röhrenform liefs sich nicht zur Sicherheit anschaulich machen, allein sie wird durch die Analogie wahrscheinlich. In der Nähe des Auges vor dem markigen Knoten nach dem Munde zu glaubte ich gegliederte Nervenröhrchen zu erkennen, was sie in der Nähe des Mundes deutlich nicht waren. Das Mark des Knotens selbst war feinkörnig, liefs sich aber nicht deutlich in Gliederfäden ausbreiten. Es verhielt sich wie die feinere graue Substanz des gröfsern Thiergehirns da wo ihre Faserung so fein und weich wird, dafs die weitere Entwicklung der Form der Theile nicht zugänglich ist. So wäre also der edlere Theil der Nervensubstanz bei diesen Thieren nur an den Spitzen der Strahlen.

Von andern Details der Beobachtung, welche weniger auffallend neues ergaben, bemerke ich endlich nur, dafs der von Tiedemann beschriebene spiralförmige Kalkbeutel keinen Kalkstoff zum Baue des Kalkgerüstes enthält, wie nach ihm Cuvier und andere angenommen haben. Er enthält nur ein dickes Gewebe von harten Kalkfasern, welche sechseckige oder fünfeckige Maschen bilden und eine kalklose Höhle einschliefsen. Der Bau erinnert an die *Corpora cavernosa* der männlichen Zeugungsorgane gröfserer Thiere und wird dadurch nur noch interessanter für eine weitere künftige Forschung ([1]).

Anwendung der bisherigen Beobachtungen auf die Vorstellung der thierischen Organisation im Allgemeinen.

Sei es mir noch erlaubt diese Darstellung mit meinen früher vorgetragenen Mittheilungen zu verbinden und zu versuchen einige Resultate derselben herauszuheben.

([1]) Die Augenpunkte der Seesterne sind von Prof. R. Wagner in Erlangen und neuerlich von Prof. Volkmann in Leipzig, nach einer Mittheilung in Jena, bestätigt worden, letzterer hat auch den Markknoten darunter und das Kalkgerüst der leeren Kalkbeutel wiedererkannt. Eine vorläufige Notiz über die Beobachtungen an Seesternen theilte ich im Jahre 1834 in Müllers Archiv für Physiologie mit. Die folgenden Betrachtungen sind in Wiegmanns Archiv für Naturgeschichte 1835 zum Theil ausgezogen worden. Zweiter Band. p. 123.
Spätere Bemerkung.

Aus den Bemühungen der neueren Naturforschung scheint das Resultat hervorzugehen, dafs es eine Abstufung in den Organisationen, eine stufenweise Entwicklung und Vervollkommnung der Organismen in der Natur gebe. Man hat diese Idee auch auf die geologischen Systeme angewendet und in den untersten Erdschichten einfachere Organismen gesucht, als in den oberen, so wie man umgekehrt durch bestimmte Formen bezeichnete Lagerungen von organischen Überresten bis zur Beimischung von Wirbelthierfragmenten in eine uns allmälig immer näher rückende Zeitfolge zu versetzen sich berechtigt meinte.

Es ist meine Absicht die organischen Verhältnisse an sich in Kürze übersichtlich zusammenzustellen, vielleicht dafs es auch für jene Forschungen von einigem Interesse ist.

Der begünstigtste und umsichtigste Forscher im Gebiete des Thierisch-Organischen zu unsrer Zeit, soviel Verdienst sich auch andere gleichzeitig erwarben, war unstreitig Georg von Cuvier. Ihm verdanken die Naturwissenschaften eine Menge wohlbegründeter wichtiger Erweiterungen, das Gebiet des Thierisch-Organischen aber ganz besonders noch das ein ganzes langes und thätiges Leben hindurch fortgesetzte Prüfen und Sammeln der zahllosen Einzelheiten zu einem nicht in leerer Speculation befangenen, sondern geprüften, wahrhaft philosophischen Systeme. Sein reichhaltiges Werk über das Thierreich ist nicht vollständig, auch nicht seine Arbeit allein, es ist aber eine nüchtern prüfende Zusammenfassung und Verarbeitung des Besten und Wichtigsten aller neueren Beobachter. Nicht rasche und übereilte Aufnahme alles Alten und Neuen, sondern die Aufnahme des als werthvoll Erkannten ist der Character auch der neuesten Auflage desselben vom Jahre 1830. Nimmt man in diesem Sinne das 1830 erschienene Werk als die Summe aller einflufsreicheren Kenntnisse der systematischen Zoologie, der Anatomie und Physiologie, mithin als Repräsentanten aller damaligen reellen menschlichen Kenntnisse in den Grundzügen des Thierisch-Organischen an, so ergiebt sich, dafs sämtliche Materialien der Zeit und das ernsteste Studium eines Menschenlebens in jenem grofsen Naturforscher die schon ältere Idee pflegten und unverändert erhielten, als gebe es im Thierreiche eine Abstufung und Vereinfachung der Organisation vom Menschen abwärts bis zum allmäligen Verschwinden aller seiner einzelnen organischen Systeme.

Bei den Wirbelthieren, welche ich, bezeichnender wie ich glaube, Rückenmarkthiere oder Markthiere nennen möchte, fand jedoch schon Cuvier selbst diese Abstufung nicht so in die Augen fallend, als bei den wirbellosen oder marklosen Thieren. Es giebt Fisch-ähnliche und Vogel-ähnliche Säugethiere und auch den Fischen nahestehende Wasservögel, überdies geflügelte Amphibien, Säugethiere, Fische. Dafs ein Hund höher organisirt sei als eine Schlange oder ein Sperling, scheint Vielen einleuchtend, ob aber ein lebendig gebärender Hayfisch, ein Krokodil, ein Geier oder ein Leopard mehr entwickelt sei, ist immer schwer genügend zu beweisen, indem man den Hayfisch nicht am Lande, nicht unbehülflich an der Angel, sondern frei im Meere, Krokodil und Geier nicht in Käfigen, sondern frei in ihren Elementen und natürlichen Verhältnissen zu berücksichtigen hat. Ebenso wird es schwierig zu entscheiden ob ein Aal, eine Schlange, ob ein Sperling oder eine Maus in höherer Entwicklung den Vorrang verdienen und um so schwieriger, je specieller man die Lebensthätigkeiten dieser, ganz verschiedenen Classen angehörigen Thiere studirt, wobei sich nicht selten erkennen läfst, dafs gewisse auffallende Verschiedenheiten im Bau der Organe für das Leben sehr unwesentlich sind. Dafs Linné mit dem Menschen, dem Affen, der Meerkatze und der Fledermaus das Thierreich anfangen liefs, war im Sinne der früheren nachdenkenden Menschen, schien aber doch dem beobachtungsreichen und geistvollen Pallas (dem durch d'Aubenton's starren Fleifs angeregten eigentlichen Begründer einer das innere Wesen mehr als die Form erfassenden physiologischen Naturgeschichte des Thierreichs) unnatürlich. Er schlug bekanntlich vor, den Löwen oder vielmehr den Tiger und das Katzengeschlecht, als die mit der meisten Lebensenergie begabten Formen, das Thierreich anfangen zu lassen und hat wirklich in seiner 1811 erschienenen *Zoographia rosso-asiatica* das Katzengeschlecht vor dem Menschen verzeichnet.

Cuvier, aller Einmischung von selbst geistreicher Willkühr und Poësie in die Wissenschaften abhold, ist, obwohl er den Grund seines Systemes, nach Pallas musterhafter Weise, von allen Seiten in noch gröfserer Tiefe fester zu begründen bemüht gewesen war, dennoch bei der Aristotelischen und Linnéischen Ansicht verblieben, zufolge welcher der Mensch als Maafs und Messer der Schöpfung den Anfang bildet und Affe, Meerkatze und Fledermaus ihm zunächst folgen. Die Möglichkeit, dafs ein so eminen-

ter physiologischer, keineswegs phantastischer Naturforscher, wie Pallas, im kalten wissenschaftlichen Ernste die höchste organische Entwicklung dem Menschen vor dem Tiger und Seelöwen absprechen konnte, zeigt allein aber schon deutlich an, dafs jene Stufenfolgen der materiellen Organisation in diesem Theile der Naturforschung auf schwachen Gründen beruhen mögen.

Anders als in jenen sogenannten oberen Classen der thierisch-organischen Wesen verhielt es sich bisher bei den unteren, den Wirbellosen, die ich Marklose zu nennen vorziehe. Hier fand man eine stufenweise Vereinfachung deutlich vor und es scheint klar, dafs seit Aristoteles Zeit sich von hier aus die Idee der Vereinfachung der Organisationen in einer bestimmten Richtung des Thierreichs verbreitet habe.

Aufser der für sichtlich gehaltenen Organisations-Abstufung in dieser Thierabtheilung hat man auch Grade der Geistesfähigkeiten geltend gemacht und sogar darin ganz besonders den Maafsstab für die einzelnen Gruppen des Thierreichs gesucht, wie bekanntlich Lamarck es durchgeführt hat. Georg von Cuvier schlug nach ihm diesen Weg zur Übersicht nicht ein. Er hat wohl die Unmöglichkeit erkannt, jene Fähigkeiten, die sich der genauen Beobachtung und Ermittlung entziehen, mit Schärfe zu beurtheilen und zu vergleichen und daher in seinem streng wissenschaftlichen Werke vorgezogen, die materiellen Organisationsglieder zu berücksichtigen, deren regelmäfsigste und vollendetste, gleichmäfsigste Darstellung er, wie andere vor ihm, im Menschen erkannte.

Geht man Cuviers Eintheilung des animalischen Naturreichs (*Règne animal*) auf den Grund, so nimmt er nicht, wie die Überschriften von 4 gröfsern Abtheilungen, Wirbelthiere, Mollusken, Gliederthiere, Strahlthiere, glauben machen könnten, 4, sondern stillschweigend nur 2 grofse Abtheilungen im Thierreiche an, nämlich:

1) vollkommener, dem Typus des Menschen gleich organisirte und
2) einfacher organisirte Thiere.

Die Wirbelthiere, Mollusken und Gliederthiere, oder seine 3 ersten grofsen Abtheilungen, gehören in jene Reihe, die Strahlthiere oder Zoophyten allein in diese.

Cuvier benutzt nun, ohne es scharf hervorzuheben, folgende Charaktere zur Unterscheidung seiner 4 grofsen Abtheilungen:

Die Wirbelthiere charakterisirt ein inneres Skelet und Rückenmark;

Die Mollusken Mangel des Skelets und zerstreute Ganglienbildung;

Die Gliederthiere ein äufseres Skelet und eine Ganglienreihe;

Die Strahlthiere eine einfachere sehr verschiedene Organisation bis zum Verschwinden aller Organisation.

Die letzteren einfacheren oder unvollkommen organisirten und bis zum Nullpunkt der Organisation herantretenden Strahlthiere sind von Cuvier in 5 Classen vertheilt, die sich vom Zusammengesetztesten bis zum Einfachsten abstufen.

1. Echinodermen.
2. Entozoen.
3. Akalephen.
4. Polypen.
5. Infusorien.

Es ist nun lange Zeit hindurch mein Bestreben gewesen, die Formen all dieser verschiedenen Classen nach ihrem Organisations-Gehalte genau zu untersuchen, was mehr Schwierigkeiten darbot als andere Classen. Dabei bin ich allmälig zu dem wohlbegründeten Resultate gekommen, dafs in all den 5 genannten Classen die Organisation nicht einfacher ist als in den übrigen.

Mit den schwierigsten habe ich den Anfang gemacht, mit den Infusorien. Die durchgreifenden Structurverhältnisse dieser Formen habe ich bereits öffentlich vorgelegt und sie sind seitdem mehrseitig anerkannt worden.

Die Structur der Polypen ist von mir ebenfalls genauer untersucht und studirt worden und wenn sich auch deutliche Sinnesorgane in Verbindung mit markigen Massen, die man mit einiger Sicherheit für Nerven ansehen könnte, hier nicht haben nachweisen lassen, so liefsen sich doch einerseits dergleichen markige Massen allein erkennen und das gelungene Nachweisen von Ernährungs-Organen, Muskeln, Gefäfsen uud Geschlechtsorganen liefs einen so vollendeten Organismus hervortreten, dafs die auffallend grofse Empfindlichkeit gerade dieser Formen auch die Anwesenheit von Empfindungsorganen allzu deutlich verräth. Die Weichheit der Substanz und Schwierigkeit der anatomischen Untersuchung machen es überdies wahrscheinlich, dafs jene Unsicherheit im Erkennen von Nerven nur eine Folge der mangelhaften Untersuchung ist. Ich habe über die Organisationsverhält-

nisse dieser Polypen bereits allgemeine zum Theil schon sehr umständliche Mittheilungen, sämtlich nach den eignen Erfahrungen, in den *Symbolis physicis Evertebrata* I. und in der Abhandlung über die Corallenthiere des rothen Meeres, zum Theil schon in ihrer Anwendung als Eintheilungs-Gründe, vorgelegt. Die Seeschwämme habe ich aber aus ebenfalls directer vielseitiger Beobachtung des Mangels aller thierischen Organisation und wegen grofser Übereinstimmung mit der Pflanzenstructur, zum Pflanzenreiche verwiesen, wie es von Andern auch schon angeregt war.

Über die Entozoen habe ich mit besonderer Aufmerksamkeit und Hingebung gearbeitet. Ich habe auf meinen Reisen in Afrika allein aus 196 verschiedenen Thierarten, die ich selbst zergliedert habe, die inneren Parasiten sorgfältig untersucht und aufbewahrt. Fast alle habe ich lebend mikroskopisch betrachtet, viele zergliedert und gezeichnet. Die bisher noch dunkle Structur der Bandwürmer habe ich vielfach erkannt. Ihre zuweilen einfachen, oft doppelten, vorn anastomosirenden, sich durch alle Glieder ziehenden Ernährungs-Canäle habe ich oft detaillirt gezeichnet. Ihre Sexual-Organe sind sehr leicht zu erkennen, ebenso die Längs- und Querfasern des Bewegungsorganismus. Die Circulation der Säfte sah ich bei Distomen und meldete die Erscheinung am *Dist. militare* bereits im Jahre 1823 aus Afrika in einem Briefe an Herrn Rudolphi der Akademie der Wissenschaften ([1]). Augen und Nerven waren schon bei einigen Entozoen erkannt, bei andern sind sie später deutlich nachgewiesen. Noch fehlten sie bisher in der Abtheilung der Rundwürmer, Nematoideen oder Ascariden, wo ich sie in frei lebenden Seethierchen, den *Anguillula* ähnlichen Formen, nun ebenfalls aufgefunden habe, so dafs durch ihre Anwesenheit Rücken- und Bauchfläche dieser Formen nun bestimmt werden kann, was bisher unmöglich war, was aber den schwanzförmigen Hintertheil der Ascariden als Rückentheil, also nicht wie bei den Räderthieren als Fufsglied, erkennen läfst. Ich nenne diese

---

([1]) Dieser Säftelauf ist später von Herrn Nordmann in anderen Formen ebenfalls aufgefunden und noch umständlicher verfolgt worden. Ich bin jedoch nicht der Meinung, dafs die in den Gefäfsen sichtbare Bewegung eine sichtbare Blutbewegung sei, sondern erkläre sie als Bewegung der inneren Gefäfshaut und bei den Entozoen, wie bei den Turbellarien, glaube ich nicht sowohl wirbelnde Wimpern, als klappenartige Falten in oscillirender Thätigkeit zu erkennen, wodurch natürlich eine Fortbewegung des Blutes, das sich bisher nicht direct erkennen liefs, bedingt sein mufs. Vergl. *Symbol. physic. Evert.* I. *Entozoa.* 1830.

augenführende *Anguillula* des Meerwassers bei Wismar *Enchelidium marinum* und halte sie für einerlei mit O. F. Müllers *Vibrio marinus.* Das rothe Auge ist der Körperdicke gleich vom Munde entfernt und hat einen markigen Knoten als Stützpunkt, den ich bei wahren Ascariden, ohne das Pigment, an derselben Stelle schon auch beobachtet habe. Dafs ferner der bisher sehr unklare *Gordius* durch getrenntes Geschlecht sowie durch Stellung und Form der weiblichen Geschlechtsorgane und deren Öffnung in der Körpermitte, auch der männlichen mit einer *Spicula* unter der Endspitze, den Ascariden sehr gleich gebildet sei, habe ich ebenfalls in den *Symbolis physicis* mitgetheilt. Im Darme finde ich jetzt mehr Ähnlichkeit mit dem des *Echinorrhynchus,* da er doch blind zu enden scheint.

Über die Planarien und den *Nemertes* habe ich sehr umständliche Beobachtungen angestellt und sie in den *Symbolis physicis,* zur Begründung einer eignen Thierklasse mit ihnen, angezeigt. In Publication der Planarien-Structur ist mir Herr Duges zuvorgekommen und ich trete einem so tüchtigen Beobachter gern das Vergnügen ab, diese Verhältnisse zuerst erläutert zu haben. Einiges, besonders über die wirbelnden Wimpern des Körpers, die Circulation und die keineswegs der übrigen Substanz beigemischten, sondern deutlich geschiedenen Nerven habe ich noch berichtigen können ([1]).

So bleiben denn von den 5 Classen der scheinbar einfacheren Thiere nur noch die Akalephen und Echinodermen übrig.

Durch Tiedemanns schöne Preisschrift über die Echinodermen wurden 1819 schon alle organischen Systeme bei diesen letzteren festgestellt, nur das Empfindungssystem blieb zweifelhaft und allzu einfach. Durch Auffinden von rothen Pigmentstellen und Ganglien am Endpunkte der von Tiedemann für Nervenfäden erkannten Organe habe ich bei einigen Seesternen wirkliche Sinnesorgane, nämlich Augen nachweisen zu können geglaubt und somit jene fraglichen Nervenfäden als deutliche fungirende Empfindungsorgane festgestellt. Überdies habe ich bei den Asterien äufsere Kiemen und Blutcirculation in denselben erkannt.

([1]) Über die Augenganglien der *Planaria lactea* habe ich am 19. Mai (1835) in der Gesellschaft der naturforschenden Freunde Mittheilungen gemacht, welche unterm 25. Mai in der berliner Zeitung angezeigt wurden. Die übrigen Organisationsverhältnisse wurden in den *Symbolis physicis* 1830, *Turbellaria,* mitgetheilt.

So blieben denn nun noch die Akalephen oder Medusen als Beweise der Existenz einfacher Organismen übrig. Diese letztere Thierclasse habe ich aber durch gegenwärtigen Vortrag ebenfalls aus dieser Stellung hervorheben und in die Reihe der vollendeten Organismen stellen zu können geglaubt.

Obschon nun noch nicht alle einzelnen Thiere aller Classen untersucht worden sind, was natürlich bei unserm Leben nie der Fall sein wird, so läfst sich doch so viel aussprechen und feststellen, dafs es keine der bisherigen Thierklassen mehr giebt, welche man einfacher organisirt zu nennen berechtigt ist, als eine andre.

In Folge dieser Untersuchungen und Betrachtungen lege ich denn einen Versuch zu einer systematischen Übersicht des Thierreichs vor, welcher, jene frühere Idee von allmäliger Abstufung der Organisationen verlassend, sich an die neu gewonnene eines überall gleichen Bildungstypus anschliefsen, zugleich aber meine bereits mitgetheilten und mannigfache andere noch nicht mitgetheilte eigne Erfahrungen über diese Naturkörper sammeln soll.

Übersicht des Thierreichs nach dem Principe eines und desselben bis zur Monade überall gleichen Bildungstypus.

Mit Berücksichtigung der der Akademie 1833 vorgelegten, 1836 gedruckten mikroskopischen Untersuchungen der Nervensubstanz, oder des Seelenorgans, welche ich mich damals bemüht habe vergleichend durch alle Thierabtheilungen zu verfolgen und deren allgemeinere Verhältnisse man seit der frühesten Entdeckung des Nervensystems schon immer als die wesentlichsten im Organismus anzusehen pflegte, theilen sich, wie es scheint, sämtliche Thiere in Rückenmarkthiere und rückenmarklose Thiere, oder in Markthiere und marklose Thiere. Die Markthiere entsprechen vollständig den ehemaligen Wirbelthieren, welche aber weder sämtlich deutliche Wirbel besitzen, noch sich vor den sogenannten Wirbellosen, oft nicht undeutlich wirbelführenden, durch jenen Charakter scharf unterscheiden. Bei den Markthieren bildet das durch seine mikroskopischen nervenmark-

losen Gliederröhren ([1]) erkennbare Gehirn ein durch alle Hauptträume

([1]) Dafs die mikroskopischen Elementartheile der Nervensubstanz überall aus Röhren mit einem weifslichen Inhalte bestehen, ist, so weit die Sehkraft reicht, ohne Ausnahme. Die Form des Inhalts und der Röhren aber erlaubt verschiedene Meinungen. Beurtheilt man die Natur und Form der Röhren nach dem erwachsenen Organismus so, wie man beim Vergleichen der festen Theile, des Skelets, die Knochen, nicht die Knorpel berücksichtigt, aus denen jene sich bilden und sowie man gewisse Knorpel mit Recht dennoch als von den Knochen charakteristisch verschiedene Dinge betrachtet, obwohl alle Knochen zuerst Knorpel waren und einzelne manchmal nie zu Knochen werden, so erkennt man leicht, dafs die regelmäfsige gliederlose Röhrenform der Muskelnerven u. dergl., obschon sie sich aus der Gliederröhrenform entwickelt hat und zuweilen noch Spuren der Gliederung an sich trägt, doch als charakteristisch betrachtet werden kann und mufs, da Hirn, Rückenmark und die edleren Sinnesnerven auch beim Erwachsenen sich anders verhalten als Muskelnerven. Ob die Gliederröhre der Nervensubstanz im Allgemeinen eine natürliche, nicht eine erst durch naturwidrige Behandlung erzeugte Form sei, kann man ohne Störung als gleichgültig ansehen nnd als unwesentlich ganz auf dem Urtheile jedes Einzelnen beruhen lassen, indem die Erscheinung der Gliederung auch im letztern Falle grofser Beachtung werth ist, weil sie die Nervenröhren jener Substanzen charakterisirt und von allen übrigen Dingen zu unterscheiden behülflich ist. Meine individuelle Ansicht ist aber, dafs auch wohl die Form, selbst bei schwächerer Spannung, prädisponirt, d. i. natürlich sei und dafs der leichte Druck, oder die leichte Spannung, durch welche man sie zur Anschauung erlangt, kaum etwas anderes wirkt, als, die Erschlaffung beim Tode und Ablösen des zu betrachtenden Theiles (welche daher naturwidrige, geschlängelte, fast gleichförmige, gliederlose Röhren bewirkt) aufzuheben und den verlornen *Turgor vitalis* zu compensiren. Nur an lebenden Thieren wird man diesen im Characteristischen wenig ändernden Umstand einmal entscheiden können, was mir bisher nicht gelang. Endlich bemerke ich noch, dafs der sichtbare körnige Inhalt der cylindrischen Nervenröhren ein so wesentlicher Charakter für diese Form zu sein scheint, dafs man daran schon im jungen Zustande die wahren Cylinderröhren erkennt, obschon sie noch gegliedert sind. Nervenmark führende Gliederröhren sind also unentwickelte Cylinderröhren. Dieses Nervenmark der Cylinderröhren ist ohne Zusammenhang und von mir, auch im unverletzten, nur ausgebreiteten Schenkelnerven des lebenden Frosches, mehrfach unterbrochen gesehen, weshalb ich es mit einem nur mechanisch zusammengehäuften, langsam beweglichen Coagulum zu vergleichen kein Bedenken trage. Viel feiner ist die weifse zähe Flüssigkeit, welche die Gliederröhren des Hirns und Rückenmarkes erfüllt, die ich von der *Medulla nervea* als *Liquor nerveus* zu unterscheiden vorschlug. Jenes im Gehirne und Rückenmarke selbst des Menschen fehlende körnige Nervenmark aller Cylindernerven erkennt man in den feinen Nervenröhren der Bauchganglienkette bei den Insecten noch deutlich und beim Druck erscheint es an den verletzten Enden dieser Röhrchen, wie schon Treviranus früher abbildete, hervorgedrängt, was zur Charakteristik dieser Theile wohl beiträgt. Übrigens mag auch in den Röhrenwänden noch eine tiefere Organisation verborgen liegen, die aber bis jetzt nicht zu erweisen ist. Weitere lebhafte Theilnahme möge diese für die gröfsern Abtheilungen des Thierreiches wichtigen Structurverhältnisse noch vielseitig beleuchten und dadurch immer klarer entwickeln helfen.

des Körpers ununterbrochen verlängertes Centralorgan für die Empfindung und geistige Kraft, welches allerdings charakteristisch zu sein scheint, da es noch bei keinem aller übrigen Thiere bemerkbar geworden ist, deren Nerven, wo sie deutlich erreichbar sind, nur, durch nervenmarkführende Cylinderröhren verbundenen, kleineren Ganglien gleichen. Auch die in der Form einem Centralorgane und Rückenmarke ähnliche Bauchganglienkette der Insecten ist in ihrer Structur offenbar ganz abweichend vom Baue des Rückenmarkes und stellt nur eine lineäre Reihe von Ganglien dar, die wie die gewöhnlichen Ganglien von markführenden Cylinderröhren durchsetzt und verbunden werden ([1]).

Diese Markthiere lassen sich nicht viel anders abtheilen, als sie schon immer geordnet gewesen sind, in Säugethiere, Vögel, Amphibien, Fische. Dafs man aus dem Schnabelthiere und den übrigen Monotremen eine besondere Classe der Greife machen müsse, wie Wagler vorschlägt, ist nach der bisherigen Kenntnifs jener Formen nicht zu entscheiden. Sie reihen sich, selbst wenn sie (doch wohl reife) Eier legten, leicht an die Säugethiere an. Anders ist es mit dem Menschen. Der Mensch ist bisher immer zum Thierreiche gestellt und auch von Cuvier, gewifs nach vieler Erwägung des abweichenden Urtheils Anderer, bei den Säugethieren eingereiht worden. So lange die vollkommene Structur des Menschen und der Wirbelthiere nur eine höhere Entwicklungsstufe der unvollkommneren wirbellosen Thiere zu sein schien, gab es, des allmäligen Überganges halber, allerdings ebensoviel Grund viele andere Gruppen der thierischen Organis-

---

([1]) Man kann bei den Insecten mit vielen auch der neuesten Anatomen leicht verleitet werden aus der Function der Ganglienkette auf ihre dem Rückenmark ähnliche Natur zu schliefsen. Die mikroskopische Structur scheint aber für das Urtheil entscheidend zu sein und ich bin dieser gefolgt. Sehr verschiedene Organe können zuweilen, und auch constant, sehr ähnliche Functionen übernehmen, ohne dafs deshalb ihr tief begründeter organischer Unterschied wegfällt. Die Füfse mancher Säugethiere werden zu Flügeln, der Schwanz der Affen und Springthiere, der Schnabel der Papageyen, die Rippen der Schlangen und der Mund des Blutegels zu Bewegungsorganen und sind doch sowenig Flügel und Füfse, als die Harn oder Galle absondernde Haut eines Kranken zur Niere oder Leber wird. So vertritt auch bei Hirschen und Antilopen, die ich untersuchte, als Normal-Zustand eine Mehrzahl von Lebergängen die Stelle der Gallenblase und des Gallenganges, ohne den Namen der letztern zu verdienen und die wohl dem Pankreas ähnlich gestellten und vielleicht fungirenden Blinddärme der Fische sind kein Pankreas, weil es eben Blinddärme sind, die sich mit Chymus füllen.

men in ein besonderes Reich oder eine besondere Classe zu stellen, als gerade den Menschen. Anders aber erscheint es jetzt. Die allmäligen organischen Übergänge von Thieren bis zum Menschen, als zusammenhängende Reihe vom Einfachen bis zum Zusammengesetztesten, haben sich der forschenden Beobachtung als unbegründet erwiesen. Das Infusorium hat dieselbe Summe von Organisations-Systemen als der Mensch. Daher ist es denn doch jetzt natürlicher und besser gethan, nicht mehr im Menschen den Typus der Thiere, sondern in den Thieren den Typus des Menschen zu suchen und anzuerkennen.

Man hat nun, um den Menschen von den Thieren specieller zu sondern, die Geistesfähigkeiten der letztern als geringer bezeichnet und die Vernunft oder das Urtheilsvermögen den Thieren abgesprochen und hat gemeint mit dem Namen Instinct eine Kluft zwischen Thier und Menschen zu bezeichnen. Wer die Thiere in ihrer Lebensthätigkeit viel beobachtet, findet diese Kluft oft sehr gering und zweifelt wohl gar daran. Sie sind verständig und beurtheilen vieles. Ja ich könnte selbst über Infusorien manche Beobachtung offenbarer freier Geistesthätigkeiten mittheilen. Es ist etwas andres was eine völlig abgeschloſsne Scheidewand zwischen den Menschen und die Thiere stellt. Man hat es auch wohl längst erkannt und ausgesprochen (vergl. Rudolphi's Physiologie II. p. 259), allein es ist auf Systematik, meines Wissens, nicht angewendet worden. Es ist die geistige Entwicklungsfähigkeit des Geschlechts. Auch bei den Thieren entwickelt sich Verstand, Vorsicht und Urtheil im Individuum mit dem Alter, aber das Geschlecht entwickelt sich nicht. Dieselben Thiere standen, soweit die Geschichte reicht, auf derselben Stufe sowohl körperlicher Entwicklung als geistiger Fähigkeit, während die Geschichte die Menschen unsrer Zeit vor den früheren, selbst den Weisen der Griechen und Inder, als geistig auf das glänzendste weiter entwickelt, völlig klar erkennen läſst.

Es fragt sich nun, ist es erlaubt diesen einzigen abschlieſsenden Unterschied des Menschen vom Thiere in die Systematik aufzunehmen. Die Fähigkeit zur Entwicklung ist allerdings wohl kein physiologischer oder organischer Grund, wonach der Mensch in der Reihe der Organismen rangirt werden dürfte, allein der doch mit groſser Wahrscheinlichkeit hervortretende organische Grund dieser Fähigkeit scheint hinreichend zu sein, eine Isolirung des Menschen logisch zu vertheidigen. Der Grund der Fähigkeit einer

fortschreitenden Entwicklung, nicht blofs der Individuen mit dem Alter, sondern der Geschlechter, läfst sich organisch in dem Abgeglichensein der verschiedenen organischen Systeme erkennen. Bei den Thieren sind meist das Bewegungs-, Ernährungs- und Fortpflanzungssystem überwiegend entwickelt. Beim Menschen zeigt die mittlere Körpergröfse und die verhältnifsmäfsig stärkere Gröfse des Gehirns und Rückenmarkes eine gleich grofse verhältnifsmäfsige Entwicklung des Empfindungssystemes, die sogar nicht selten überwiegend und für den Organismus des Individuums, wie bei keinem Thiere, nachtheilig wird.

Diesen Ansichten folgend habe ich denn das bisherige Thierreich dem Rechte und Gefühle des Menschen wie ich glaube angemefsner als ein Naturreich des Menschen betrachtet, nach dessen vollendeterem Typus auch die Thiere sämtlich, nur ohne gleiche Harmonie der Organisations-Glieder, gebildet sind. Der Mensch selbst steht durch dieselben organischen Charactere, welche die Thiere ihm unterordnen, in einem eignen Kreise dieses Naturreiches, welches man auch das Reich der beseelten willensfreien Naturkörper, oder vielleicht mit noch glücklicheren, mir nicht zu Gebote stehenden, Namen benennen könnte, allen Thieren gegenüber.

Der Kreis der Thiere im Gegensatze des Kreises des Menschen scheint im Reiche des Menschen bei einer, nicht durch vorgreifende Logik der Natur entfremdeten, Übersicht seiner besondern organischen Verhältnisse, 6 grofse Abtheilungen zu bilden, deren 2 die Rückenmarkthiere, 4 die rükkenmarklosen Thiere umfassen. Es sind 1) Familienthiere, 2) Einzelthiere, 3) Gliederthiere, 4) Weichthiere, 5) Schlauchthiere, 6) Traubenthiere oder Strahlthiere. Die letzten 3 nannte Linné *Vermes,* die ersten 2 nannte Cuvier *Vertebrata,* die letzten 2 derselbe *Zoophyta.*

Die 4 Classen der Markthiere, *Myeloneura,* lassen sich nämlich bequem, wie bisher, durch ihr Blutsystem in Warmblütige und Kaltblütige eintheilen. Erstere sorgen, mit wenigen unsichern Ausnahmen, für ihre Jungen, letztere nicht, man kann sie daher, um einfachere Namen zu erhalten, auch Familienthiere und Einzelthiere nennen. Die warmblütigen Markthiere oder Familienthiere, *Nutrientia,* d. i. Säugethiere und Vögel, scheinen sich am schärfsten durch Reifgebähren und Unreifgebähren zu charakterisiren. Die Einzelthiere, *Orphanozoa* oder kaltblütigen Markthiere,

Amphibien und Fische, welche für ihre entwickelten Jungen nicht sorgen, sind nur durch das Athmungsverhältnifs der erwachsenen und unverkümmerten Individuen charakterisirt. Amphibien, welche neben den Lungen die Kiemen der Jugend beibehalten, wie *Proteus,* entfremden sich dadurch ihrer Classe nicht.

Die marklosen Thiere, *Ganglioneura,* zerfallen, meinen Beobachtungen nach, ebenfalls durch eine Eigenthümlichkeit ihres Blut- und Gefäfssystemes in 2 Reihen, welche den beiden Reihen der Markthiere entsprechen. Während nämlich alle Rückenmarkthiere ein Centralorgan des Gefäfssystems, ein pulsirendes Herz, besitzen, welches zur Fortbewegung und Circulation der Blutmasse hauptsächlich einwirkt, so findet sich dies nicht ebenso überall bei den Rückenmarklosen. Ich habe mich überzeugt, dafs die Circulation des Blutes bei all den Formengruppen, welche Cuvier Zoophyten nannte, ohne Pulsation eines Herzens oder erweiterter Gefäfse auf bei ihnen näher zu bezeichnende Weise geschieht und wenn ich auch bei den Anthozoen oder Corallenthieren eine Säftebewegung überhaupt direct nicht deutlich sehen konnte, so sah ich doch pulslose mit Saft erfüllte Canäle, Gefäfse, bei ihnen, wie ich bereits angegeben habe, deutlich und bei andern Gruppen wenigstens nirgends eine Pulsation. Dagegen haben aber allerdings alle wahren Gliederthiere und Mollusken deutlich pulsirende Herzen oder Gefäfse. Ich glaube daher, durch viele eigne Beobachtungen unterstützt, die marklosen Thiere zunächst in Herzthiere oder Pulsthiere, *Sphygmozoa, Cordata,* und in pulslose Gefäfsthiere, *Asphycta* oder *Vasculosa,* nicht ohne Nutzen für klare Übersicht abzutheilen.

Die marklosen Herzthiere oder Sphygmozoen, Pulsthiere, werden durch die 2 grofsen Thiergruppen der Gliederthiere und Weichthiere repräsentirt und es handelt sich nun um einen wesentlichen organischen Unterschied und Charakter, welcher jede der beiden Gruppen bezeichnet. Die Gliederthiere, *Articulata* von Cuvier, *Insecta* von Linné, unterscheiden sich, wie es mir den Untersuchungen zufolge scheint, von den Mollusken nicht durch viele Gelenke, sondern durch eine wahre Gliederung ihres Körpers. Unter dieser wahren Gliederung verstehe ich aber keineswegs blofs gewisse deutliche ringartige Abtheilungen oder Einschnürungen des Leibes, denn solche ähnliche mehr-

fache Einschnürungen des Körpers giebt es auch bei den Corallenschnecken (*Ascidiae compositae, Aggregata*) und anderen wahren Mollusken. Vielmehr scheint mir ein Charakter in der gegliederten Vertheilung der Nervensubstanz zu liegen. Die Nervenknoten der Gliederthiere bilden eine Gliederreihe, welcher die Körpergliederung entspricht und die den Mollusken überall zu fehlen scheint. Zwar finden sich auch bei den Gliederthieren, obwohl oft, doch nicht immer gerade soviel Nervenknoten als Leibesgliederungen sind, allein dann treten doch, wie es scheint, immer bestimmte strahlige Fäden an die hin, denen die eignen Ganglien fehlen. Selbst in den Fällen wo die Ganglienreihe viel näher zusammenrückt als die Gliederreihe, oder wo sie gar in einen einfachen gröfseren Knoten verschmilzt, wie bei kurzschwänzigen Krebsen u. dergl., erkennt man theils die Zusammenhäufung, theils die zu den Körpergliedern einzeln davon hingehenden regelmäfsigen Strahlen. So weit die intensiven Untersuchungen und die Sehkraft reichten sind mir Ausnahmen nicht bekannt geworden. Die Mollusken aber zeigten bisher nie eine solche reihenweise Gliederung der Nervensubstanz, sondern ihre Ganglien sind, wie schon Cuvier als Charakter richtig bezeichnete, zerstreut und deren Strahlungen beziehen sich zwar auch auf alle Theile des Körpers, aber nicht auf Gliederungen. Die Gliederung der Gliederthiere kann man da, wo allen einzelnen Gliedern ein einzelnes Markganglion entspricht, eine vollkommne wahre Gliederung und wo die zusammengehäuften Ganglien nur durch Nervenstrahlen ihre Anwesenheit und directe Beziehung im Einzelnen anzeigen, wahre unvollkommene nennen.

Aufser den bisherigen 4 Classen der Gliederthiere, wie sie Cuvier in Übereinstimmung mit den neuesten Kenntnissen der Organisation gesichtet hat, scheint mir noch eine fünfte sich aus den bisher bei den Ringwürmern (Annulaten), oder bei den Planarien und Entozoen angehängten Naidinen [1] zu ergeben, ich nenne sie die Classe der Spaltthiere oder So-

[1] Cuvier hat sie zwar neuerlich zu den Annulaten gestellt, allein der vorsichtige tiefere Kenner der Ringwürmer, Savigny, hat sie nicht in deren Gruppe aufgenommen. Oken hatte sie in seinem Handbuche der Naturgeschichte von 1815 mit Gordius bei den Planarien. Ich stellte sie 1830 interimistisch auch zu den *Turbellariis rhabdocoelis* (*Symbolae physicae Evertebrata* I.). Ich hatte dabei die Ansicht, dafs ihre Selbsttheilung eine systematische Berücksichtigung verlange, denn sie sind Thiere welche Ringwürmer-Stöcke bilden, wie

matotomen. Sie unterscheidet sich von den Ringwürmern durch Selbsttheilung ihrer Formen. Die Somatotomen oder Naidinen sind als Ringwürmer diejenige Entwicklung der Formen, welche die *Ascidiae compositae* (nur diese durch Knospenbildung) bei den Mollusken und die Strudelwürmer, Moosthiere und Kapselthiere (letztere beide Gruppen ebenfalls durch Knospenbildung) bei den Schlauchthieren darstellen. Unter den Strahlthieren oder Traubenthieren ist diese Erscheinung für die ganzen Classen der Corallenthiere (Blumenthiere) und Magenthiere wohl allgemein. All diese Formen bilden nämlich Thier-Stöcke, welche den Pflanzen-Stöcken, obwohl ihrer Natur nach völlig verschieden, in der Form sehr ähnlich sind. Es giebt Monaden-Stöcke, Corallenthier-Stöcke, Strudelwürmer-Stöcke, Kapselthier-Stöcke, Moosthier-Stöcke, Mollusken-Stöcke, Gliederthier-Stöcke, so dafs es nur noch an Markthier- oder Wirbelthier-Stöcken fehlt, um dies Verhältnifs im Thierreiche allgemein erscheinen zu lassen. Ja in den jetzt in Europa lebenden siamesischen Zwillingen ist diese Stock-Bildung, Bestokkung, sogar bei lebenden Menschen anschaulich, jedoch pathologisch, indem der Grund der Erscheinung in diesem Falle offenbar ein anderer, weder normale Knospenbildung noch Theilung, sondern abnorme, widernatürliche Doppelbildung vom ersten Entstehen an ist.

Corallenthiere Corallenstöcke und wie der *Volvox* und andere Monaden durch Theilung Uvellen und Monadenstöcke bilden. Die Einwendung gröfserer Organisation der Naiden, als der Planarien, welche man hätte machen können, konnte mich vom Anschliefsen jener an diese so wenig abhalten, als die etwas abweichende Form, da ich ersteres als ungegründet und letzteres als unwesentlich aus vielfachen Untersuchungen kannte. Die Turbellarien haben eine ebenso grofse Zusammensetzung des Organismus, als die Ringwürmer und haben auch oft deutliche Glieder, die vielleicht sogar eine vollkommene wahre Körpergliederung darstellen, wie sie bei Blutegeln und andern fufslosen Annulaten vielleicht nicht vollkommener sein mögen, obwohl diese dort noch nicht klar dargestellt werden konnte. Der Grund, welcher mich jetzt veranlafst die Naidinen von den Turbellarien wieder zu trennen, ist weder ihr röthliches Blut, noch sind es ihre Füfse und Gliederung, noch ihr sonstiges äufseres Ansehn, Gründe, welche wohl Cuvier leiteten, die aber allzu leicht bestechen und verleiten, es ist vielmehr die deutliche Pulsation und Contraction der Gefäfse, ein, wie ich hiermit festzustellen glaube, organisch sehr wichtiger, aber nur aus grofsen eignen Beobachtungsreihen abzunehmender Charakter. Naidinen sind Herzthiere, Strudelwürmer sind Gefäfsthiere.

Diese Thierstock-Bildung, welche sich in sehr bestimmten Grenzen hält, scheint dem Organismus gewisser Gruppen und Classen ganz zuwider zu sein, dagegen anderen giebt sie durch ihre Anwesenheit offenbar einen Charakter. Nun scheint es zwar dafs in den einer Thierstock-Bildung fähigen Gruppen diese Entwicklung sich zuweilen nur in gewissen einzelnen, nicht in allen Formen zeigt, allein eine genauere Beobachtung hat mich belehrt, dafs da wo viele Formen es haben, die verwandten abweichenden sich wahrscheinlicher nur der Beobachtung mehr entzogen haben. So ist bei den *Polygastricis* die Monadenstock-Bildung, sei es auch als einfache Selbsttheilung oder Knospenbildung, ein meist nachweislicher, daher mit gröfster Wahrscheinlichkeit ganz allgemeiner Charakter. Ebenso verallgemeinert er sich, meiner Erfahrung nach, immer mehr bei den Anthozoen oder Corallenthieren u. s. w. Ich folgere daraus dafs man unrecht thun würde, wollte man aus diesen Classen die Formen entfernen, welche keine Stockbildung oder Knospenbildung und Selbsttheilung erkennen lassen. Solche sind offenbar nur einer weitern Beobachtung zu empfehlen. Anders verhält es sich mit den Thier-Classen, deren Formen in der Abgeschlossenheit der Gestalten einen Charakter haben. Ein sich selbst theilendes oder knospentreibendes Markthier oder Wirbelthier erscheint in der Vorstellung so möglich, als ein sich selbst theilender Zoophyt, allein ein knospentreibender oder sich selbst theilender Fisch oder Vogel erscheint als ein Widerspruch, als eine *Contradictio in adjecto,* ebenso ist es mit Amphibien, Vögeln, Säugethieren und dem Menschen. Ganz ebenso kann ein Hirsch mit 6 Füfsen, wenn deren einst als normale Bildung vorkommen sollten, so ähnlich er auch übrigens der Gattung wäre, nicht Hirsch genannt werden. Ja es läfst sich mit Recht behaupten dafs es nie vorkommen werde, weil es, wenn auch scheinbar logisch möglich, doch gegen die Analogie ist, daher aber wahrscheinlich auch unlogisch ist. Ein eben solcher Widerspruch liegt in einem knospentreibenden oder sich selbst theilenden Räderthiere, einer solchen Akalephe, einem Seesterne, einem Seeigel, einem Saugwurme und einem Fadenwurme, ferner in einer sich selbst theilenden Scheidenschnecke, einer Armschnecke, einer Muschelschnecke, Sohlenschnecke, Flossenschnecke, wie in einem proliferirenden Tintenfisch, endlich in einem sich theilenden oder knospenbildenden Insect, einer Spinne, einem Krebse, einem Ringelwurme. Dagegen fällt die-

ses Gefühl des Widerspruchs, welches durch entgegengesetzte Congruenz der grofsen Massen von Erscheinungen hervorgebracht und mithin tief begründet ist, überall weg, wenn dergleichen Formen als besondere Classen von Thieren den grofsen Abtheilungen eingereiht werden.

Dasselbe Gefühl des Widerspruchs, der *Contradictio in adjecto,* scheint hie und da angeregt zu haben, die, wie man behauptet, eierlegenden Säugethiere in eine eigene Classe abzusondern, allein da läfst sich, wie ich bereits bemerkt habe, vielleicht ein andrer Ausweg zu Stande bringen. Erstlich ist das Factum nicht sicher und zweitens wäre im Falle dieser Sicherheit nur dann erst eine solche Schwierigkeit vorhanden, wenn die gelegten Säugthier-Eier nicht das Junge schon vollendet entwickelt enthielten, sondern eine Bebrütung oder Brutzeit verlangten. Nur das Unreife des Vogeleies scheint die Verschiedenheit charakteristisch zu machen. Übrigens kommt bei vielen andern Thieren bekanntlich beides vereint in einem und demselben Individuum vor. Gewicht hat die Differenz nur bei den Familienthieren.

Als eine sichere Beobachtung eines proliferirenden Thieres in einer dem Proliferiren selbst widerstrebenden Thier-Classe und Gattung ist mir, wenn ich die Naidinen, als auch sonst unterscheidbar, ausnehme, nur die von O. F. Müller 1784 in der *Zoologia danica* beschriebene und auf Tafel 52 abgebildete *Nereis prolifera* bekannt, von welcher Savigny sagt (*Systeme des Annelides*) dafs sie in die Gattung *Syllis* übrigens recht wohl passe. Da man nun aber aufser dieser einzigen keine andere Form irgend einer unbestreitbar wahren Gattung der Annulaten, die so zahlreich an Formen und Individuen sind, bisher beobachtet hat, da ich auch selbst viele Tausende dieser Thiere lebend, zum Theil oberflächlich wenigstens gesehen und betrachtet, zum grofsen Theil aber sehr genau zergliedert habe, ohne je eine proliferirende zu bemerken, so dürfte es auch wohl naturgemäfser sein, dies einzelne Factum nicht für hinreichend zu erachten, so allgemeine Bildungsgesetze schwankend zu machen. Es läfst sich auf 2 Wegen etwas einwenden. Einmal ist das Factum wieder noch nicht bestätigt und selbst wenn man, den Entdecker ehrend, der Beobachtung allen Glauben schenkt, so lassen sich über das Gesehene verschiedene Meinungen feststellen. Müller selbst würde das Thierchen, seines Proliferirens halber, wenn er es in süfsem Wasser gefunden hätte und wenn es keine Cirren an den Füfsen gezeigt hätte, gewifs für eine *Nais* gehalten haben. Das Vorkommen im Meere,

die Augen und Cirren überredeten ihn offenbar, es zur Gattung *Nereis* zu stellen. Der Eindruck, den das Proliferiren auf Müller machte, ist in seiner Beschreibung deutlich ausgesprochen. Er hielt es für etwas Unerhörtes, *cujus ne suspicionis quidem rudimentum unquam in congeneribus adfuit.* Savigny, der Systematiker für die Ringwürmer, hatte die Anschauung nicht selbst gehabt und hielt sich deshalb an die besondern äufsern Organe, wie sie Müller beschrieben und abgebildet und beachtete das Proliferiren wenig, daher stellte er die Form zur Gattung *Syllis,* obschon er in der geringen Körperlänge etwas ungewöhnliches fand. Auch ist die Anwesenheit eines ausschiebbaren Rüssels, die er annimmt, nicht aus Müllers Beschreibung klar, ja dieser sagt sogar ausdrücklich: *nec in congeneribus solita proboscis videbatur.* So kann man denn allerdings die den *Syllis* verwandte Form, welche sich durch den wichtigen Charakter des Proliferirens auszeichnet, doch wohl als gar nicht zu jener Gruppe gehörig betrachten. Es mag vielleicht eine Naidenform gewesen sein, die durch ihre Cirren, welche gar nicht Kiemen waren, d.h. keine Blutbewegung im Innern besafsen, wie es oft der Fall ist, sich nur als eigene Gattung dieser durch ihr Proliferiren sehr ausgezeichneten Gruppe zu erkennen giebt, an welche Eigenthümlichkeit sich denn auch noch andere bisher unbeachtete Organisations-Verschiedenheiten anschliefsen mögen. Genug ich halte es für sehr unsicher mit dieser Form irgend eine einflufsreiche Vorstellung zu begründen ([1]).

Aufser dieser *Nereis prolifera* wurde im Jahre 1815 von Savigny, Desmarest und Lesueur die interessante Entdeckung gemacht und durch ersteren völlig begründet, dafs es proliferirende Mollusken gebe. Zwar hatte schon der Entdecker der Salpen, Peter Forskål, deren Zusammensetzung erkannt, allein dieses war kein Proliferiren und dafs es Mollusken im begrenzteren Sinne unserer Zeit waren, blieb ihm auch unklar, er verband sie mit Akalephen (*Physophora*) und Echinodermen (*Fistularia = Holothuria*)

([1]) Neuerlich ist noch eine ähnliche Erscheinung von Herrn Sars in Norwegen zur Sprache gebracht worden. Er glaubt nämlich eine sich selbst theilende Akalephe beobachtet zu haben, die er *Strobila octoradiata* nennt. Ich habe in einem Vortrage vor der hiesigen naturforschenden Gesellschaft vom 24. Mai 1836 wahrscheinlich zu machen gesucht, dafs diese einem, wie es scheint, wichtigen physiologischen Bildungsgesetze widerstrebende Form wohl eine sich theilende *Lucernaria,* also keine Akalephe, sondern ein *Anthozoon* sei. Vergl. Mittheilung der berl. nat. Gesellsch. 2. Quartal. p. 22. Spätere Bemerkung.

in seiner Mollusken-Classe. Erst nachdem Cuvier und besonders Savigny durch seine musterhafte Anatomie der so schwierigen Ascidien, Salpen, Pyrosomen und Botryllen (*Memoires sur les animaux sans vertebres*) die organische Übereinstimmung dieser Formen unter sich und mit den *Molluscis acephalis* aufser allen Zweifel gestellt hatte, wurde die Ordnung der schalenlosen Akalephen, oder der Scheidenschnecken (*Mollusca tunicata*) durch Lamarck zu einer festen gesonderten Gruppe erhoben. Das Zusammenhängen der Salpen-Brut, welches durch von Chamisso's schöne Beobachtung noch interessanter geworden (Vergl. v. Chamisso *de Salpa*) mag wohl die Ursache gewesen sein, warum man auf den ganz verschiedenen Charakter des Proliferirens der Pyrosomen und Botryllen weniger Gewicht legte. Daher hat Savigny sowohl als Cuvier die proliferirenden Mollusken nur als eine besondere Familie der Scheidenschnecken abgehandelt. Man berücksichtigte und erkannte weniger ihr so merkwürdiges Knospentreiben, als vielmehr den dauernden organischen Zusammenhang einer Mehrzahl von Individuen, welcher aber nur eine nicht nothwendige Folge jenes tieferen Bildungsgesetzes ist. Schon darin aber, dafs man die Formen als eine besondere Gruppe bildend ansah, liegt eine Anerkennung der organischen Wichtigkeit des sie unterscheidenden Charakters, die ich hiermit noch mehr hervorzuheben beabsichtige.

Genug es scheint in jenen Charakteren und in deren organischen noch nicht ganz enthüllten Ursachen ein wichtiges Hindernifs für die Einreihung der Naidinen in die Classe der Ringwürmer obzuwalten, welches mich denn auch veranlafst hat, dieselben in einer besondern Classe als Spaltthiere, *Somatotoma,* zu verzeichnen.

Übrigens habe ich die Gliederthiere nach der Festigkeit ihrer Gliederzahl abtheilbar gefunden, die ich bei den Spaltthieren und Ringwürmern als nie völlig fest erkannte. Die Insecten, Spinnen und Krebse nach dem Athmungssystem zu unterscheiden hat mir am naturgemäfsesten geschienen. Einzelne Schwierigkeiten mögen in der bisherigen mangelhaften Beobachtung begründet sein. Die inneren Lungen und Kiemen (Gefäfs-Blätter) der Spinnen scheinen mir von den äufseren Luftkiemen (Gefäfs-Kämmen) einiger Crustaceen recht wohl unterscheidbar und wenn bei einigen Arachnoiden, wie ich es bei *Solpuga* beobachtet habe, Luftröhren und innere Kiemen gleichzeitig vorkommen, so erinnert dies an die doppelt respirirenden Am-

phibien (*Proteus*), welche dennoch wahre Lungenthiere sind. Die rothe Farbe des Blutes bei den Ringwürmern als Classencharakter anzusehen scheint weder durchführbar noch nöthig. Den röthlichen Saft im mittleren Bauchcanale der *Aphrodita aculeata* möchte ich nicht für Blut halten, obschon ich seine Bestimmung nicht ermitteln konnte. Andere weifsblütige Annulaten hat auch Mertens beobachtet. Die Classe der Cirropoden nach Cuvier ist als eine Abtheilung der Gliederthiere und zwar der Crustaceen neuerlich befestigt worden. Eben da schliefsen sich meinen eignen, die Nordmannschen häufig bestätigenden, Untersuchungen noch die Lernaeen an, wenn auch einzelne Theile des Organismus, besonders das Verhältnifs des Nervensystems zur Gliederung, noch nicht klar entwickelt sind.

In der Übersicht der zweiten grofsen Abtheilung der Herzthiere, den Mollusken, der vierten des gesamten Thierreiches, scheint die von Cuvier eingeführte Mehrzahl von Classen sehr natürlich. Ich selbst würde die sämtlichen Formen meinen Beobachtungen nach in 7 Classen theilen, deren 5 (Cephalopoden, Pteropoden, Gasteropoden, Acephalen und Brachiopoden) mit den von Cuvier errichteten Classen übereinstimmen, eine von Lamarck errichtet wurde, *Tunicata,* und eine von mir vorgeschlagen wird. Letzteres ist die bereits erläuterte Classe der *Aggregata,* welche die proliferirenden Mollusken umfafst, die ich Corallenschnecken nenne. Die Cirropoden Cuviers sind keine Mollusken, sondern Gliederthiere. Die Heteropoden Lamarck's sind von den Pteropoden zu unwesentlich verschieden. Die ganze gröfsere Gruppe der Mollusken zerfällt in deutlich kopfführende und in kopflose Formen. Die kopfführenden geben nach den Bewegungsorganen, die kopflosen nach den Respirationsorganen die natürlichsten kleineren Gruppen. Schwimmende Gasteropoden schwimmen, meiner Erfahrung nach, durch Bewegung des ganzen Körpers, nicht blos der Sohle. Brachiopoden habe ich nie lebend selbst beobachtet.

Die noch übrigen zu betrachtenden Formen des Thierreichs sind die rückenmarklosen Gefäfsthiere, welche Cuvier *Zoophyta* nannte, die man bezeichnender *Asphycta* oder *Vasculosa* nennen kann. Sie zeigen, wie alle übrigen dem Gesichtssinne zugänglichen Thiere, Gefäfse mit einem Kreislaufe von Säften, aber nie einen Pulsschlag. Der Säftelauf erscheint wie rinnendes Wasser in einer Glasröhre. Die äufsere Gefäfswand ist ohne alle Bewegung, während im Innern ein rasches Strömen sichtbar ist. Zu-

weilen erkennt man die Ursache des Stromes deutlich als ein Zittern der innern Gefäfswand, welche Wimpern oder Falten, den Klappen der Venen ähnlich, erkennen läfst. Oft sieht man nur dieses Zittern der innern Darmanhänge, wo man Blutkörnerbewegung zu sehen meint. Anwesenheit von inneren bewegten Falten oder Wimpern in diesen Canälen beweist, dafs die Canäle selbst, so fein sie auch sind, aus wenigstens 2 Häuten bestehen. Diese sehr eigenthümliche Einrichtung, welcher eine ähnliche andere zur Seite geht, wonach bei vielen dieser Thiere anstatt einer wahren peristaltischen Bewegung des Darmcanals blofs ein Wirbeln der inneren Darmhaut (Darmzotten) statt findet, welches den Speisebrei in oscillirende, kreisende oder fortschreitende Bewegung versetzt, ist der Charakter der ganzen Abtheilung. Man mufs sich hüten die oft sehr ähnliche Chymusbewegung im Darme für Blutbewegung zu halten, daher die wahren Ernährungscanäle durch farbige Nahrung freiwillig anfüllen lassen. Auf diese Weise habe ich denn auch die verschiedenen Systeme gesondert erkannt. Pulsation der Gefäfse verweist eine neue Thierform sogleich aus dieser Abtheilung in eine der früheren, so ähnlich sie auch einigen Formen derselben, der Gestalt nach, sein möge.

Diese *Asphycta,* oder Zoophyten nach Cuvier, habe ich durch Berücksichtigung der Form ihres Ernährungssystems am natürlichsten abtheilen zu können gemeint und dieser Charakter hat noch das Vorzügliche, dafs er leicht erkennbar ist. Sämtliche Formen der Abtheilung haben entweder einen einfachen schlauchartigen oder sackförmigen Darm, oder einen strahlenartigen, verzweigten. Zuweilen ist der letztere nur einfach gespalten oder traubenartig. Die Anwendung dieses bisher unbenutzten Charakters auf Systematik zertheilt zwar die meisten bisherigen Classen der Zoophyten in 2 Theile, allein, wie es scheint, gar nicht zum Nachtheil einer reineren Übersicht. Die neuen Gruppen werden offenbar natürlicher. Denn dafs Seesterne und Seeigel als Echinodermen, Räderthiere und Magenthiere als Infusorien, Saugwürmer und Fadenwürmer als Entozoen u. s. w. bisher unnatürliche Verbindungen waren, liegt wohl am Tage.

Die erste Abtheilung der Gefäfsthiere und zugleich die fünfte des Thierreiches bilden dann die Schlauchthiere, deren Ernährungscanal ein einfacher, unverästeter Schlauch ist. Einige von diesen haben, wie Säugethiere und Insecten, eine beständige Form, andere proliferiren durch Knos-

penbildung oder Selbsttheilung und haben daher eine veränderliche Form. Die ganze Masse der Formen scheint sich mir in 6 Haupt-Gruppen oder Classen zu sondern. Unbeständige proliferirende Formen haben die 3 Classen der Moosthiere, *Bryozoa,* Kapselthiere, *Dimorphaea* und der Strudelwürmer, *Turbellaria.* Beständige Formen haben die andern 3 Classen, der Fadenwürmer, *Nematoidea,* der Räderthiere, *Rotatoria,* und der Seeigel, *Echinoidea.* Die Moosthiere, *Bryozoa,* welche aus den Halcyonellen, Flustren, Antipathes? und wohl den übrigen, in der Abhandlung über die Corallenthiere pag. 153. 1834, von mir aufgezählten Gattungen bestehen, sind, soweit sie bekannt sind, immer weiblich, daher wohl hermaphroditisch und ihre männlichen Sexualorgane nur noch nicht beobachtet, weil alle Formen sehr klein sind. Die Kapselthiere, *Dimorphaea,* welche aus den Tubularinen und der grofsen Formenmasse der Sertularinen bestehen, sind durch die Eigenthümlichkeit sehr ausgezeichnet, dafs es keine freien selbstständigen Weibchen zu geben scheint, sondern, dafs alle Weibchen nur Knospen von Männchen oder Geschlechtslosen sind ([1]). Diese beiden Classen haben Knospenbildung, aber keine Selbsttheilung. Die Strudelwürmer endlich, *Turbellaria,* haben zum Theil, vielleicht alle, Selbsttheilung, aber keine Knospenbildung und haben einen mehr oder weniger fein gegliederten Körper, dessen Gliederung jedoch wohl keine durch Nervenheilung bedingte wahre ist, indem die Strahlungen oder Ganglienreihen nicht sichtbar sind. Diese Turbellarien-Classe ist aber nicht mehr die frühere, welche ich 1830 in den *Symbolis physicis, Evertebrata,* zusammenstellte, sondern auch diese hat das Schicksal der durch Cuvier bestätigten Classen der Echinodermen, Polypen und Entozoen erlitten, indem ich sie, den neuen Principien gemäfs, in 2 Classen getheilt habe, deren Charakter die verschiedene Darmform ist. Die jetzige Turbellarien-Classe, deren

---

([1]) Diese von mir 1831 der Akademie in der Abhandlung über die Corallenthiere vorgetragene Beobachtung ist neuerlich von Herrn Lovén durch neue Beobachtungen bestätigt worden, welchen sehr saubere Abbildungen beigefügt sind.

Die *Hydra* des süfsen Wassers scheint sich aber doch, meinen neueren Beobachtungen zufolge, von den Sertularinen und selbst von den Corynen in ihrem Baue sehr zu entfernen, da sie keinen einfachen schlauchartigen Darm, sondern einen in die Fangarme hineingehenden verästeten hat, mithin den Blumenthieren, oder Corallenthieren, denen ich sie 1834 anreihte, näher bleibt. Vergl. Mittheilungen der naturf. Gesellsch. 1836. Spätere Bemerkung.

Formen häufig und vielleicht immer ein Wirbeln der Körperoberfläche zeigen, umfafst nur die Gattungen mit einfachem Darme, welche die frühere Ordnung der *Turbellaria rhabdocoela* bildete, mit Ausschlufs der Naidinen, die wegen ihrer pulsirenden Gefäfse und Selbsttheilung eine eigne Classe der Spaltthiere bei den Gliederthieren ausmachen und mit Ausschlufs des *Gordius,* der zu den Fadenwürmern gestellt ist. Diese neue Classe der Turbellarien besteht demnach aus den 18 Gattungen *Turbella* N., *Vortex* N., *Eurylepta* N., *Leptoplana* N., *Disorus* N., *Micrura* N., *Polystemma* N., *Derostoma* Duges, *Chaetogaster* Baer, *Orthostoma* N., *Gyratrix* N., *Tetrastemma* N., *Prostoma* Duges, *Hemicyclia* N., *Ommatoplea* N., *Amphiporus* N., *Nemertes* Cuvier und *Notogymnus* (*Notospermus* Huschke). Die *Turbellaria dendrocoela* mit verästetem Darme, oder die eigentlichen Planarien, bilden nun die eigne Classe der *Complanata* in der Abtheilung der Strahlthiere oder Traubenthiere ([1]).

Die zweite Abtheilung der Schlauchthiere, welche keine Prolification, sondern eine beständige Form haben, besteht zuerst aus der Classe der Fadenwürmer, *Nematoidea,* einem früheren Theile der Entozoen, nämlich der Ordnung *Nematoidea* von Rudolphi, überdies aber aus den Gattungen *Gordius, Anguillula* (sonst *Vibrio*) und *Enchelidium,* welche letztere Gattung ich hier zuerst beschrieben habe (s. p. 219). Getrenntes Geschlecht, Mangel an Wirbelorganen und Scheingliederung des Körpers unterscheiden die Classe wesentlich von den beiden andern.

Es folgt die Classe der Räderthiere, *Rotatoria,* ausgezeichnet durch ihre Räder- oder Wirbelorgane am vordern Körperrande neben Hermaphroditismus und eigenthümlicher Bildung ihrer übrigen organischen Systeme. Es gehören dahin alle von mir bereits früher dieser Classe zugeschriebenen ıd ganz ausführlich bezeichneten Formen ([2]).

([1]) In die gegenwärtige Classe der Turbellarien würde auch die neue Gattung gehören, welche Corda in Weitenwebers Beiträgen zur Natur- und Heilwissenschaft 1836 *Copopteroma Nais* genannt und abgebildet hat, die aber wohl nichts weiter als dieselbe Species von *Chaetogaster* ist, welche von Baer als *Ch. Limnaei* beschrieb und abbildete, der zuweilen frei im Wasser lebt. Vergl. *Nais diaphana* Gruith. *Acta Leop.* XIV. Spätere Bemerkung.

([2]) Die neue Gattung der Räderthiere, *Cystophthalmus Ehrenbergii,* welche zu Prag 1836 in Weitenwebers Beiträgen für Nat. und Heilwiss. II. p. 178, 1836 beschrieben und abgebildet worden, kann ich leider weder für der Familie der Ichthydinen angehörig, noch als

Endlich schliefst sich hier die Classe der Seeigel, *Echinoidea,* an, welche der einfache Darm von den Seesternen trennt. Mangel an Räderorganen und periodisches Vortreten deutlicher Eierstöcke in allen Individuen, was Hermaphroditismus vermuthen läfst, unterscheiden die Classe von den beiden früheren. Zwar fehlt es noch immer an der Beobachtung männlicher Organe, allein da alle Individuen zu gewissen Zeiten Eiertrauben führen und da die männlichen Sexualorgane schon bei so vielen Thiergruppen, der Nachforschung ungeachtet, lange übersehen und dann doch aufgefunden worden sind, so wird es wahrscheinlich, dafs auch hier mehr ein Mangel an Beobachtung, als ein Mangel an Organisation vorhanden sei. Die Holothurien gehören in diese Classe und den *Sipunculus* fand ich auch den Holothurien sehr ähnlich, wie man neuerlich schon öfter berichtet hat. Beiden fehlt das Kalkgerüst der Echinen, wie es Cephalopoden mit und ohne Rückenschulpe giebt. Die Kalkschale der Echinen ist nämlich ein inneres,

---

besondere Gattung anerkennen, indem es offenbar eine wohl kaum unbekannte, aber wegen Unklarheit der Beobachtung schwer zu entziffernde Species der Gattung *Notommata* zu sein scheint. Es ist nämlich in der Beobachtung und Darstellung Widersprechendes. Sehr scharf ist die schwierige Organisation des Auges aufgefafst, so dafs eine Crystalllinse und Augenkammern in Anregung gebracht werden, die nie vorher gesehen worden, allein damit stimmt nicht die geringe Erkenntnifs der groben Muskeln und Bewegungsorgane des Körpers überein, die man bei allen gröfseren Räderthieren so leicht unterscheidet und welche samt dem zurückgezogenen Räderorgane und dem Zangenfufse gar nicht erkannt worden sind. Dafs aber die Crystalllinse des Auges samt all jenen Feinheiten auf einer Täuschung beruht, läfst sich aufser dem genannten Widerspruche noch anderweitig wahrscheinlich finden. Die Räderthiere können nämlich, wie auch die Planarien, schon deshalb keine Crystalllinse und wahre Augenkapsel besitzen, weil die Pigmentvertheilung auf ihrem Nervenganglion variabel ist. Die vieräugigen Planarien zeigen oft die Augen in 2 verschmolzen und *Rotifer* zeigt nicht selten wi *Planaria lactea* 4 und 6 Pigmentflecke (Augen) anstatt der 2. Diese Variation hat man sch als Beweise gegen die Natur dieser Pigmentstellen als Sehorgane überhaupt angewendet, w aber nicht entscheidend ist. Entscheidend ist die deutliche analoge Structur des einfache Auges der Daphnien, neben dem zusammengesetzten dieser Thiere, wegen des unterliegenden Hirnfortsatzes. Jener Augenbulbus der Räderthiere mit der sogenannten Crystalllinse u. s. w. ist also nur das Nervenganglion mit seinem dunkeln (Kalk?) Beutelchen und seinem aufsitzenden Pigment, welches allerdings in einer aber nicht blos runden, sondern oft viereckigen Zelle liegt, die bei den *Brachionus*-Arten, so wie bei *Cyclops,* deutlich ist. Entweder scheinen zahllos viele kleine Linsen, die einzeln, wie bei den Insecten, mit Pigment umgeben sind, oder gar keine angenommen werden zu müssen. Der Gebrauch des Mikroskops wird freilich eine zeitlang noch viele, besonders junge Augen, zu raschen unrichtigen Vorstellungen und Mittheilungen verleiten, aber doch im Ganzen mehr nützen als schaden. Spätere Bemerkung.

kein äufseres Skelet und auch die Holothurien-Haut ist mit Kalkstacheln durchwirkt. Die Echinen haben aufser den Füfsen äufsere Cirren, welche denen der Seesterne sehr gleichen, in welchen ich eine Circulation beobachtet habe. Die Holothurien haben innere baumartige Respirationsorgane und all ihre äufseren Cirren scheinen nur Füfse zu sein. *Sipunculus* hat weder äufsere Füfse noch Cirren. Seine Respiration geschieht vielleicht durch die Tentakel ähnlichen Organe des Mundes. *Priapulus,* den ich flüchtig gesehn, hat ebenfalls grofse Ähnlichkeit mit dem Baue der Holothurien und Echinen. Es fehlt hier noch einige Vervollständigung im Sinne dieser neuesten Ansichten.

Die sechste und letzte grofse Abtheilung des Thierreichs bilden alle solche rückenmarklosen und pulslosen Thiere, deren Ernährungscanal nicht einfach schlauchartig, sondern verästet, gabelförmig, sternförmig, baumartig oder traubenförmig ist. Ich nenne diese Thiere Traubenthiere, *Racemifera,* und würde sie lieber Strahlthiere, *Radiata,* nennen, wenn nicht dieser Name schon in soviel andern Bedeutungen angewendet worden wäre. Auch in dieser Abtheilung zeigen sich 6 natürliche Gruppen oder Classen, deren einige gleichsam als Wiederholung und geringe Abänderung jener früheren Typen der Schlauchthiere erscheinen und bisher sogar mit diesen vereint besondere Classen bildeten. Die 6 Classen der Traubenthiere oder Strahlthiere sind die Seesterne, *Asteroidea,* die Quallen, *Acalephae,* die Blumenthiere, *Anthozoa,* die Saugwürmer, *Trematodea,* die Plattwürmer, *Complanata* und die Magenthiere, *Polygastrica.* Berücksichtigt man die Form und Stellung der Ovarien und sämtlichen Sexualtheile all dieser Formen, so treten sie in 2 gröfsere Gruppen, welche die natürlichen Classen ungestört beisammenhalten. Eine dieser Gruppen zeigt eine strahlige Anordnung des Geschlechtsorganismus, die andere eine zerstreute. Jede enthält 3 Classen. Strahlige oder concentrische Anordnung der Ovarien besitzen die Classen der Seesterne, der Quallen und der Blumenthiere oder Corallenthiere. Von diesen 3 Classen haben die beiden ersten nie eine Bestockung, weder durch Knospenbildung, noch durch Selbsttheilung, all ihre Formen haben vielmehr eine beständige, zuweilen wohl verbildete, monstruöse Gestalt, aber nie eine auch durch Auswachsen äufserlich entwickelnde Fortpflanzung. Die erstere der beiden Classen, die Seesterne, *Asteroidea,* welche man bisher mit den Seeigeln

verbunden *Echinodermata pedicellata* nannte, sind von den Akalephen organisch viel schwerer scharf zu unterscheiden, als von den Seeigeln, da harte und weiche Thiere sich in allen Classen finden. Die besten Charaktere der Seesterne sind wohl die Scheingliederung ihres Körpers, welche durch ein wirbelreiches daher biegsames inneres Kalkgerüst unterstützt und hervorgehoben wird, und die Anwesenheit von Kriechorganen ohne Schwimmorgane. Einige Seesterne sind festsitzend auf Stielen; verästete kann es aber darunter nie geben. Sollten ihnen ähnliche verästete, nicht vom Ei an doppelte, Formen vorkommen, so würden diese durch Knospenbildung oder Selbsttheilung entstanden sein müssen, eine auf organische Verhältnisse gegründete Erscheinung, die sie selbst, samt ihren einfach scheinenden nächsten Verwandten, zu *Umbellularia Encrinus, Lucernaria* und den ähnlichen proliferirenden Anthozoen gesellen würde. Alle bekannten Formen der Seesterne zeigen den Charakter der Strahlung durch alle Systeme ihres Organismus.

Die Classe der Quallen oder Medusen, *Acalepha,* wie sie Eschscholtz reiner aufgefafst hat, unterscheidet sich von den Seesternen durch Mangel an Gliederung und durch Vorhandensein von Organen zum Schwimmen, ohne Organe zum Kriechen. Es sind keine festsitzende bekannt und die Strahlung der Organisation geht zuweilen zwar deutlich, aber nicht bei allen Formen gleichartig, durch sämtliche organische Systeme. Einige Gattungen führen dachziegelförmig zusammengesetzte, mehr gelappte als gegliederte Schwimmblasen. Zuweilen besteht eine Strahlung nur aus Opposition von 2 gleichartigen Theilen in ihrer Beziehung auf den Centraltheil des Körpers (1).

Jenen beiden Classen ähnlich ist der strahlige Bau der Corallenthiere (eines Theiles der Polypen Cuviers), welche ich als Classe der Blumenthiere, *Anthozoa,* bezeichne. Diese unterscheidet sich von jenen dadurch, dafs ihre Formen sich in überwiegender Mehrzahl als proliferirend zu erkennen gegeben haben, durch welche Eigenthümlichkeit die wunder-

---

(1) Über die *Strobila octoradiata* von Sars, welche eine theilbare Akalephe sein sollte, habe ich pag. 230 mich bereits erklärt und sie vorläufig zu den Lucernarien der Anthozoen (Polypen Cuviers) gezogen. Lovén vergleicht sie in seiner schätzbaren Abhandlung über *Campanularia,* die ich *Monopyxis* nannte, p. 21 mit *Syncoryna* der Anthozoen. *Veetensk. akad. Handlingar* 1836. Spätere Bemerkung.

bare, so lange mifsverstandene Form der Corallenstöcke hervorgeht, die eine in den Organisationsgesetzen des Individuums fest begründete, aber der Form des Individuums selbst ganz fremde, charakteristische Familienform bildet ([1]). Nur wenige Anthozoen sind noch nie proliferirend gesehen worden, bei einigen dieser einfachen, z. B. den Actinien, hat es sich beim schärferen Nachforschen doch auch beobachten lassen, so dafs die übrigen einfachen in der Einfachheit nur einen zufälligen Charakter *a potiori* zu besitzen scheinen. Besondere Bemerkung verdient es hier, dafs alle Corallenthiere auf dem Rücken liegen und meist mit dem Rücken durch eigne Kalkabsonderung festgeheftet sind. In meinem specielleren Vortrage über die Corallenthiere von 1831, gedruckt 1834, habe ich die Familien der Sertularinen, Tubularinen und Hydrinen mit zu den Anthozoen gestellt. Neuere Beobachtungen haben mich davon abgehen lassen und rathsamer gemacht, die Sertularinen und Tubularinen als eine eigne Classe der Kapselthiere, *Dimorphaea*, festzustellen, wie ich schon pag. 9 jener Abhandlung vorbereitet hatte. Zu dieser Classe tritt denn auch die Gattung *Coryna* durch ihre Kapselbildung, so ähnlich sie auch der Form nach der Gattung *Hydra* ist, welche letztere der neuerlich von mir aufgefundenen Darmform halber, und da ihre sich auf Pallas stützende Kapselbildung noch unklar ist, bei den Anthozoen in besonderer Familie verbleiben mag. Die von Rösel beobachtete spontane Längs- und Quertheilung der *Hydra* ist von mir zwar nicht in Erfahrung gebracht, pafst aber allerdings für die Classe der Anthozoen. Seine haarigen Körper, die er für äufsere Eier gehalten, mögen wohl ein parasitisches Infusorium (*Actinophrys?*) gewesen sein, dessen Vergröfserung er für Eientwicklung hielt.

Die letzten 3 Classen der Traubenthiere und des ganzen Thierreiches zeigen keine strahlige Anordnung der Ovarien und des ganzen Geschlechtssystems. Zwei derselben, die Saugwürmer und Plattwürmer, unterscheiden sich von der dritten, den Magenthierchen, durch Mangel an Prolification ([2]).

([1]) Dafs diese oft pflanzenartigen Familien-Formen gar keinen innern physiologischen Charakter einer Pflanze, aber alle Haupt-Charaktere des Thieres enthalten, habe ich samt den speciellen Bildungsgesetzen der Corallenthier-Stöcke in meinem Vortrage über die Corallenthiere zuerst entwickelt.

([2]) Ich bediene mich dieses neueren *terminus technicus* aus Linné's *philosophia botanica,*

Die erstere dieser Classen, die Saugwürmer, *Trematodea,* hatte man bisher mit den Fadenwürmern, *Nematoidea,* in eine und dieselbe Classe der Entozoen vereinigt. Die Verschiedenheit der Form des Ernährungsorgans hat mich veranlafst, die Nematoiden als eine besondere Classe der Schlauchthiere anzusehen. Die übriggebliebenen ehemaligen Trematoden, samt den *Cestoideis* und den *Acanthocephalis,* bilden vereint die gegenwärtige Classe der Trematodeen oder Saugwürmer, welche der gespaltene Darm charakterisirt. Die *Cystica,* deren Structur noch mannichfachen Unklarheiten unterliegt, scheinen sämtlich sich den Cestoideen anzuschliefsen, deren Kopfbildung sehr ähnlich ist, obschon sie einen blasenartigen Anhang haben, dessen Verhältnifs unklar bleibt. Etwas Ähnliches findet sich aber auch bei einer von mir derselben Classe angeschlofsnen, in den *Symbolis physicis* 1830 erläuterten Gruppe der Cercozoen, welche aus den Gattungen *Cercaria, Histrionella* und vermuthlich den Spermatozoen besteht, wozu auch das *Distoma duplicatum* der *Anadonta* von v. Baer als besondere Gattung gehören mag. Diese Cercozoen sind für die Gruppe der Distomen ziemlich dieselbe Entwicklungsform, wie die *Cystica* für die Bandwürmer, sie haben einen Anhang am Körper, dessen physiologischer Character unklar ist. Es unterscheidet sich aber die ganze Classe der Saugwürmer in diesem Sinne von der Classe der Plattwürmer, *Complanata,* durch Mangel an wirbelnden Wimpern auf der Oberfläche des erwachsenen Thieres und durch Anwesenheit von Saugscheiben, während der Aufenthalt im thierischen Körper oder aufser demselben keinen Classencharakter bilden kann, sofern nicht ganz bestimmte eigenthümliche Organisationsverhältnisse jenes unterstützen und veranlassen. Planarien mit besondern Saugscheiben und Mangel an Wirbelorganen der Oberfläche würden also in besondern Gattungen den Saugwürmern und scheinbare Saugwürmer ohne Saugscheibe und mit Wirbelvermögen den Plattwürmern anzureihen sein. Rücksichtlich der Spermatozoen ([1]) bemerke ich noch, dafs ihre Formen starke Verschie-

---

weil er bei den Pflanzen angewendet wird und es gut ist die gleichen Verhältnisse des Thierreichs nicht durch andere Benennungen unklar zu machen.

([1]) Schon im Jahre 1830 schlug ich als Folge vieler Untersuchungen in den *Symbolis physicis* vor, die Spermatozoen den Cercarien und Histrionellen im neueren Sinne anzureihen. Seitdem ist von tüchtigen Beobachtern vieles Material für diese Untersuchungen zusammengetragen und publicirt worden. Die Neuheit der mikroskopischen Untersuchung hat einige

denheiten zeigen und dafs sie späterhin wahrscheinlich noch mannichfachen Trennungen ausgesetzt sein werden. Obwohl ich bereits Material für eine solche Übersicht seit mehr als 6 Jahren eifrig gesammelt habe, so ziehe ich doch vor, nicht die schon bestehenden Schwierigkeiten durch zu rasche Mittheilung der Einzelheiten zu vermehren. Im Allgemeinen nur scheint es mir, dafs wohl ein grofser Theil derselben späterhin zu den Fadenwürmern zu stellen sein mag, wenn nämlich die Form nicht trügt, ein anderer grofser Theil aber wohl bei den Saugwürmern bleiben wird. Einige Formen zeigen noch andere, beiden Classen fremde, Eigenschaften. Die besonderen Formen beschränken sich, beinah in der Art wie die Epizoen der Vögel und

---

wunderliche Meinungen zu Tage gefördert, z. B. Anwesenheit von Bacillarien in den Sexualorganen u. dergl., die niemand anerkennen wird, der den Charakter dieser Körper nicht in der Form, sondern in dem Kieselpanzer und der Organisation sucht. Körperchen mancherlei Art sind neben den spermatischen Würmern gesehen worden und allerdings vorhanden. Daneben sind auch die physiologischen Thiere samt der ihnen anhängenden *Generatio primaria* von neuem erstanden. So wenig man irgend die *Generatio primaria* ihrer Möglichkeit nach läugnen darf, denn wie gering ist unser Wissen und was wäre nicht alles möglich, so scheint es mir doch nöthig, das Wirkliche, das Wissen, nicht zu verläugnen und nicht das Unklare dem klar Erkennbaren gleich zu achten. So wenig die Distomen ins Fischauge und in die Leber der Schaafe, oder die Ascariden in den Darm und die Epizoen der Vögel zur Haut gehören, obwohl sie häufig, zuweilen in allen untersuchten Individuen, da sind, so wenig kann die häufige Erscheinung der Spermatozoen, deren viele den Cercarien der Schnecken, (welche in ihrer ganzen Masse fast zuweilen aus diesen zu bestehen scheinen) auffallend gleichen, für ihre Nothwendigkeit im Organismus beweisend werden. Die physiologischen Thiere haben sich, aller Geschichte nach, immer bisher (von den Fröschen im Magen und der Läusesucht an, bis zu den Monaden) in die Zoologie übersiedeln lassen. So lange die Sehkraft nicht verstärkt werden kann, ist es gewifs besser nicht der Speculation und Poësie, durch Anerkennen der nirgends klaren physiologischen Thiere, Thür und Thor zu öffnen. Alle Einzelheiten der Spermatozoen: abgeschlofsne Form, Bewegung, Gliederung und die Details der Structur, so weit sie irgend der Sehkraft vorliegen, sprechen schlagend dafür, dafs es selbstständige Würmer sind. Ihre unklaren Verhältnisse bei der Zeugung, die man immer ferner untersuchen mag, wiegen jene klaren Erscheinungen nicht auf und gründet sich die Annahme und Existenz einer *Generatio primaria* nicht auf anschaulichere Facta, als das Häutchen auf dem Wasser, welches für Geübte nachweislich meist aus erkennbaren Formen farbiger oder farbloser Infusorien-Cadaver besteht, oder auf die Entstehung der Spermatozoen, deren Eierstöcke und übrigen Organisations-Verhältnisse, ihrer Kleinheit halber, jenseits der Grenzen der Sehkraft liegen, so ist für diese Vorstellungsweise, der ganzen übrigen aus Saamen hervorgehenden Menschen-, Thier- und Pflanzen-Masse gegenüber, nichts gewonnen. Naturgesetze verstecken sich nicht, sondern treten, einmal erkannt, aller Orten klar entgegen.

ja auch die übrigen ehemaligen Entozoen, meist auf sehr bestimmte Thierarten. Fadenförmige ungegliederte Formen der Samenthierchen, welche den *Anguillulis* und der *Phacelura Paludinae* gleichen, bilden eine dieser Gruppen, die ich *Trichozoa* nenne, eine andere Gruppe zeigt eine gegliederte Form, welche einer *Cercaria* gleicht, diese nenne ich *Cephalozoa.* Blofse Kugeln sind mir nicht vorgekommen, denn bei den Fischen sind sie auch geschwänzt. Dafs die fadenförmigen Trichozoen ihrer Form halber zu den Fadenwürmern sogleich zu stellen wären, halte ich nicht für rathsam, weil die Acanthocephalen ebenfalls den Fadenwürmern in der Form sehr gleichen, aber doch im Bau der gespaltenen Ernährungsorgane sich den Trematodeen gleich verhalten. Übrigens ist die Form der letzteren im Leben bandartig und gefaltet, nur im Tode meist drehrund, den Ascariden ähnlich.

Die zweite Classe der Traubenthiere, welche ebenfalls ohne Prolification oder Thierstockbildung ist, die vorletzte des Thierreichs, ist die der Plattwürmer, *Complanata.* Es umfafst diese Classe den Theil der Planarien- und Turbellarienformen, welcher einen verästeten Darmcanal besitzt, die *Turbellaria dendrococla* von 1830. Durch die bereits angezeigten Charactere des Mangels von Saugscheiben und der Anwesenheit wirbelnder Wimpern an der Oberfläche des Körpers, überall oder vorn, unterscheiden sich alle Formen von den Saugwürmern. Ein anderer Charakter scheint in der Schleimabsonderung zu liegen, welche alle Plattwürmer, aber nie Saugwürmer zeigen. Der Grund mag in der drüsigen Structur der Körperoberfläche der erstern liegen. Von den Magenthieren unterscheiden sie sich durch vieltheiligen Darm und einen einfachen oder keinen Magen. Alle haben nur eine Darmöffnung und sind gröfser als die Magenthierchen. Die hieher gehörigen Gattungen habe ich 1830 in den *Symbolis physicis* verzeichnet. Es sind die Gattungen *Typhloplana* N., *Planoceros* Blainville, *Monocelis* N., *Planaria* N., *Tricelis* N., *Tetracelis* N., *Polycelis* N., *Stylochus* N. Es scheint noch eine grofse Menge dieser Formen in Bächen und den Meeren zwischen Corallen zu geben, welche spätere Forschung zu Tage fördern wird. Duges, welcher gleichzeitig seine fleifsigen Beobachtungen über die Planarien mit mir publicirte, hat eine Pulsation der Gefäfse und herzartige Erweiterungen beschrieben und bei *Prostoma? arcuatum,* einer Turbellarienform, und *Polycelis viganensis* abgebildet, allein er spricht sich

rücksichtlich der Contractionen sehr behutsam aus. Er sah eine Anschwellung (*renflement pellucide*) und sagt 1828: *je crois l'avoir vu changer de forme mais lentement et non par pulsations régulières.* Derselbe sah es später, wie er 1830 sagt, bei *Planaria tremellaris,* wo es einem Nervenganglion glich und bemüht sich Gründe für die Gefäfsnatur geltend zu machen. Die Prostomen zeigten nach p. 14 deutlich contractile Gefäfse und die Contractionen des Herzens: *quoique lentes et irrégulières assez marquées pour n'être pas douteuses.* Qoy und Gaimard hielten aber denselben Körper doch, wie er sagt, bei *Planaria pelagica* (*Planoceros Gaimardi?*), für ein Nervenganglion. Neuerlich hat Mertens wieder dieses Organ für ein Herz erklärt und es mit Zweigen abgebildet. Contractionen sah er aber auch nur sehr schwach und unregelmäfsig. Wer die Contractilität der Planarien in allen ihren Theilen nur einmal gesehen hat, dem wird es nicht sehr auffallen, dafs darüber verschiedene Meinungen sein können, ob es bei ihnen ein langsam contractiles Herz giebt oder nicht. Was den Beobachter leiten mufs, haben aber die frühern nicht beachtet. Es ist nämlich zwischen der sichtbaren äufserst raschen scheinbaren Säftecirculation in den Gefäfsen (die aber nur ein sichtbares Wirbeln der inneren Gefäfswand ist, welche einen ebenso raschen Säftelauf allerdings befördern mufs) und dieser zweifelhaften Contraction des sogenannter Herzens, wenn sie existirte, ein völliger Widerspruch im Rhythmus, welcher die Meinung, dafs das Organ gar kein Herz sei, sehr unterstützt. Die Planarien müfsten, der Circulationsbewegung nach, offenbar ein sehr schnell pulsirendes Herz haben. Ich glaube aber dadurch den Gegenstand völlig aufgeklärt zu haben, dafs ich bei *Planaria lactea* 2 solcher drüsigen Körper erkannte, deren jeder einzelne unter einem einzelnen Augenpunkte liegt und das Pigment selbst trägt. Untersucht man nun die Stellen, wo jene andern Beobachter das Herz fanden, so ist es meist die den Augen entgegengesetzte Stelle auf der Bauchseite und weil da die Gefäfse umbiegen und vom Ganglion bedeckt sind, so sieht es unter dem Mikroskope aus, als gingen Gefäfse in diesen Körper einerseits ein und kämen auf der andern Seite wieder andere heraus. Bei der *Polycelis,* wo die Augenpunkte lange Reihen bilden, sind mehrere strahlige Nervenknoten in der Mitte. Die Sache wird sich leicht vollends entscheiden lassen, wenn man überall da, wo 2 Augen entfernt von einander stehen, 2 solche Körper und wo sie nah beisammen stehen, einen findet. Sollte es ein Herz sein, so müfsten auch

seine kaum bemerkbaren, daher wohl passiven Contractionen rascher selbst vor sich gehen, als bei den Daphnien. Die scheinbaren Contractionen mögen durch Hautmuskel-Contractionen bedingt gewesen sein. Ich habe keinen Zweifel mehr über die Function, denn bei *Pl. lactea* habe ich es wiederholt geprüft und die weifsen Flecke der *Planaria torva* entsprechen gerade auch oft nur den Ganglien der mitten darauf liegenden Pigmentstellen der Augen ([1]).

([1]) Im Jahre 1828 legte ich die Tafeln zu den *Symbolis physicis, Evertebrata* I., im September den zu Berlin versammelten deutschen Naturforschern fertig vor. Sie enthielten die in den Jahren 1820 bis 1825 von mir und Hemprich auf der Reise gemachten Beobachtungen. Der Text wurde erst 1830 gedruckt. Gleichzeitig im September 1828 sandte Duges seine erste Abhandlung über die Planarien an das pariser Institut und 1830 im Juli die zweite. Ich konnte damals nur die erste zum Text benutzen und versuche jetzt die Synonymie zu vergleichen. Duges hat seine Formen in 3 *Genera* einer Familie der Planarien und 1 *Subgenus* vertheilt. Ich habe sie nach wesentlichen Organen in mehr *Genera* getrennt. Folgendes sind meine Urtheile über diese Formen. Zwei *Genera* jener 3 von Duges und das *Subgenus* zähle ich zur Classe der Turbellarien, nämlich *Prostoma, Derostoma* und *Mesostoma*, mit Ausschlufs des *Derostoma polygastrum* und *Mesostoma viridatum*, nach beistehender Synonymie.

Duges.		
Prostoma armatum	=	*Prostoma? Ommatoplea?*
——— *candidum*	=	*Tetrastemma cand.*
——— *clepsinoideum*	=	*Prostoma cleps.*
——— *lumbricoideum*	=	*Tetrastemma lumbr.*
Derostoma angusticeps	=	*Derostoma ang.*
——— *griseum*	=	*Derostoma gr.*
——— *lanceolatum*	=	*Turbella lanc.*
——— *laticeps*	=	*Derostoma lat.*
——— *leucops*	=	*Derostoma leuc.*
——— *lineare*	=	*Derostoma lin.*
——— *megalops*	=	*Phaenocora* N. G. *meg.*
——— *mutabile*	=	*Derostoma? mut.*
——— *notops*	=	*Turbella? Phaenocora?*
——— *platurum*	=	*Turbella plat.*
——— *selenops*	=	*Turbella sel.*
——— *Squalus*	=	*Turbella? Sq.*
Mesostoma fusiforme	=	*Mesostoma fus.*
——— *grossum*	=	*Mesostoma gr.*
——— *rostratum*	=	*Mesostoma rostr.*

Die zu den Plattwürmern gehörigen Formen von Duges vertheile ich wie folgt:

Herr Duges spricht 1830 pag. 9 noch von der Selbsttheilung der *Planaria subtentaculata* von Draparnaud, welche er von der *torva* oder *fusca* für verschieden hält und bildete auch schon 1828 ein zweischwänziges Exemplar der *Pl. lactea* ab. Beides waren aber doch wohl nur Monstruositäten oder Regenerationen nach Verletzung. Was derselbe sehr fleifsige Beobachter über die nahe Verwandtschaft der Planarien mit den Egeln, *Clepsine*, den Distomen und den Infusorien (*Leucophrys* und *Vibrio*) sagt, beruht nur auf allgemeinen unwichtigen Ähnlichkeiten. Die Clepsinen haben zweifellose Gefäfspulsationen, die Distomen haben Saugscheiben und wirbeln nicht, können daher auch nur kriechen, die Infusorien sind polygastrisch und proliferirend. Formähnlichkeit haben auch *Hydra* und *Sepia*, aber ihre organische Verschiedenheit trennt sie fern von einander ([1]).

Derostoma polygastrum	= *Typhloplana pol.*
Mesostoma viridatum	= *Typhloplana vir.*
Planaria cocca	= *Typhloplana coec.*
—— *fusca s. torva*	= *Planaria torva.*
—— *gonocephala*	= *Planaria gon.*
—— *lactea*	= *Planaria lact.*
—— *longiceps*	= *Planaria long.*
—— *nigra s. brunnea*	= *Polycelis nigr.*
—— *pelagica* Qoy et G.	= *Planoceros Gaimardi?*
—— *subtentaculata* Drap.	= *Planaria subt.*
—— *terrestris*	= *Planaria terr.*
—— *tremellaris*	= *Planaria? trem.*
—— *viganensis*	= *Polycelis vig.*
—— *Vitta*	= *Planaria Vitta.*

Hieran schliefse ich auch die Synonyme zu Mertens 3 Arten, welche 1833 in den *Mémoires de l'Academie de Petersbourg, Sixième Serie Sect. physic.* T. II. gedruckt erschienen.

Planaria lichenoides	= *Discocelis?* N. G. *lich.*
—— *pellucida*	= *Stylochus pell.*
—— *sargassicola*	= *Stylochus sarg.*

Von den seltneren und 2 neuen Gattungen, welche aus dieser Vergleichung hervorgehen, ist *Planoceros* durch Hörner ohne Augen ausgezeichnet, vielleicht wurden aber letztere übersehen und die Form gehört zur Gattung *Stylochus*. *Phaenocora* ist ein *Derostoma* mit 2 Augen. *Discocelis* ist ein *Stylochus* mit vielen nebeneinander scheibenartig stehenden Augenpunkten jederseits, ohne Stiele. Waren die Stiele oder Hörnchen nicht eingezogen?

([1]) In diesem Jahre 1836 hat Herr F. F. Schulze zu Berlin in einer Inaugural-Dissertation *de Planariarum vivendi ratione et structura* einige interessante Mittheilungen seiner Beobachtungen gemacht und hatte dafür 1835 die Universitäts-Prämie erhalten. Von der

Die dritte Classe der Traubenthiere oder Strahlthiere, die letzte des Thierreichs nach dieser Anordnung, ist die der Magenthierchen, *Polygastrica.* Sie steht nicht am Ende wegen der Einfachheit ihres Baues, denn sie könnte ebensowohl den Anfang oder die Mitte bilden, aber sie giebt einen guten Schlufs als diejenige Gruppe, welche die kleinsten, bis zur Grenze selbst der geschärftesten Sehkraft hinabsteigenden, Formen enthält. Diese Classe ist durch viele an einem verästeten, nur scheinbar einfachen Ernährungscanale, oder sogleich am Munde hängende Magen charakterisirt. Diese Magen sind keine Darmanhänge oder Blinddärme, sondern wahre Magen, weil sie sich mit rohen festen Stoffen unmittelbar und allein füllen. Alle Formen sind hermaphroditisch und sehr viele, wahrscheinlich alle, bestocken sich überdies durch Theilung und Knospenbildung. Dafs die bei ihnen geschlechterweis völlig beständig vorkommenden rothen Punkte am Kopfe Augen sind, zeigt der Bau und die Analogie der *Entomostraca* und *Rotatoria* ganz scharf und bestätigen die bei vielen andern Thierklassen gleichzeitig zu beobachtenden Markknoten unter solchen Punkten. Selbst bei den Magenthierchen haben neuerlich mehrere Arten der Gattung *Euglena* einen grofsen hellen Markknoten unter dem rothen Augenpunkte erkennen lassen. Diese Classe der Magenthierchen bildet einen Theil der Infusorien von O. F. Müller und aller Neueren, den ich in früheren Vorträgen scharf zu charakterisiren, der allgemeineren Beziehung halber, mich angelegentlich bemüht habe.

Circulation des Blutes sagt er, *ne minimam quidem vasorum contractionem et expansionem potui observare, quamquam sanguinis fluxum apertissime observavi* p. 18. Spontane Theilung läugnet er, obwohl er mehrere Tausende von Planarien beobachtet habe. p. 30. Dieser Charakter gehört auch nur den Turbellarien. Die Augenganglien hat er anders und noch complicirter gesehen, als ich sie beschrieben. Sein *Corpus vitreum* scheint aber das zu sein, was ich Markknoten nenne. Er hat bei *Planaria torva* überdies von den Augen 2 feine Fäden abgehen und, durch 4 Knötchen verbunden, die Mundöffnung umgeben gesehen. Die Körperwimpern hat er auch gesehen. Was er über die Classe sagt, konnte natürlich nur oberflächlich sein. Die Beobachtungen sind mit Liebe und Treue, fleifsig und gut und eine Fortsetzung und weitere Mittheilung, die er verspricht, ist als Bestätigung und Fortbildung recht wünschenswerth. Spätere Bemerkung.

Ich schliefse mit der Bemerkung, dafs denn wohl durch die Erkenntnifs der durchgreifenden Organisation bei den Thieren und durch die Darstellung eines und desselben Bildungstypus rücksichtlich der Hauptsysteme der Organisation ein bisher unbekannter Ausdruck für den Begriff des Thier-Individuums im Allgemeinen sich entwickelt hat. Ein Thier ist jeder dem Menschen in den Hauptsystemen des Organismus gleicher lebender Körper ohne Gleichmaafs dieser Systeme, oder jeder (und mit Sicherheit nur ein solcher) Organismus, welcher ein Ernährungssystem, ein Bewegungssystem, ein Blutsystem, ein Empfindungssystem und ein Sexualsystem besitzt. Darum ist auch ein Polypenstock ein Haufen von Thieren. Für den Begriff der Pflanze giebt es noch keinen genügenden durchgreifenden Ausdruck. Noch weifs man nicht was ein Individuum ist, die meisten sind offenbar den Corallenstöcken vergleichbare Aggregate von Individuen und dafs man bis zu dieser Erkenntnifs von einer Circulation der Säfte, welche mit der bei den Thieren vergleichbar sei, sehr vorsichtig zu handeln habe, liegt am Tage.

Endlich kann es in früheren Perioden der Erde wohl andere Thiere gegeben haben als die heutigen, aber einfachere würde es sonach schwerlich gegeben haben, da in den untersten Tiefen Mollusken und Crustaceen liegen. Wie tief die Markthiere gehen scheint ebenfalls unberechenbar. Weitere Schlüsse hieraus, auch auf die Analogie der Vegetabilien, liegen nahe und können füglich jedem überlassen werden. Werth erlangen sie aber erst nicht durch poëtische Ausschmückung, sondern durch fortgesetzte Prüfung, sorgfältige Feststellung und weitere Entwicklung der Thatsachen.

Die beiliegende Tabelle soll die Übersicht des vorgetragenen Details erleichtern helfen. Sie zeigt nur den momentanen Zustand meiner eignen vieljährigen, durch die Geschichte geleiteten und vorbereiteten Forschungen und Erkenntnisse, die oft unzureichend wie alles Wissen, aber mühsam verfolgt und hie und da in grofsen Reihen neu sind, daher wie ich hoffe im Ganzen nicht ohne Nutzen sein werden. Mögen sie von den Männern und Freunden der Wissenschaft freundlich und ernst aufgenommen werden.

Erklärung der Abbildungen.

Die beiliegenden 8 Tafeln sollen die Organisation einer Form der Acalephen, der *Medusa aurita,* in allen bisher erkannten Einzelheiten anschaulich machen und dadurch die in der ganzen Classe dieser Thiere vorhandenen Organisationsverhältnisse mit dem allgemeinen Typus thierischer Organisation vergleichbar machen. Ich habe sämtliche Abbildungen selbst gezeichnet.

Fig. I. der ersten Tafel und die sämtlichen Figuren der dritten Tafel sind die Normal-Formen der *Medusa aurita,* die übrigen sind Abänderungen verschiedener Art.

Die erste, zweite und dritte Tafel enthalten Abbildungen der *Medusa aurita* in ihrer natürlichen Gröfse. Die vierte bis achte enthalten vergröfserte einzelne Theile.

Als Zugaben sind auf der achten Tafel die Sinnesorgane und Kiemen der Seesterne und einige Details über andere Gattungen der Akalephen zur Vergleichung hinzugefügt.

Tafel I.

Fig. I. Darstellung einer Normalform der *Medusa aurita* der Ostsee bei Wismar in natürlicher mittlerer Gröfse von 7 Zoll Durchmesser, vom Rücken gesehen. Die 4 ein Kreuz oder einen Stern bildenden röthlichen Eierstöcke umgeben den von unten durchscheinenden vierwinkligen Mund in der Mitte, dessen verlängerte Winkel oder 4 dicke Arme durch die überliegende Gallertscheibe hier verhüllt und unsichtbar sind. In der Mitte jedes Eierstockraumes ist die Eihöhlenöffnung zuweilen, wie auf der Figur, durch die Gallertscheibe hindurch sichtbar. Dicht an jedem Eierschlauche liegt ein Wimpernkranz, der meist schwer zu erkennen ist, ehe man die Höhle selbst geöffnet hat. Derselbe äufsere Raum, welchen die Eierschläuche einnehmen, ist in seiner ganzen Ausdehnung durch eine horizontale Haut in 2 Theile geschieden, deren unterer nur die Eierschläuche enthält, deren oberer aber die Fortsetzung des Mundraumes als Magen ist, wie man beim senkrechten Durchschnitt der Scheibe auf Tafel III. deutlich erkennt. Mit diesem viertheiligen Magen hängen alle strahlenartigen Canäle zusammen, welche von der Unterseite her durchscheinen. Diese strahligen Canäle sind der verästete Darm. Oft anastomosiren sie, ohne Regel. Einige Äste enden auch wohl blind. Die alle Darmradien einfassenden röthlichen Linien sind Muskelparthieen. Die wichtigsten übrigen Theile der Organisation liegen am äufsersten Rande. Die Franzen daselbst sind sehr contractile und empfindliche Fühlfäden. An der Basis der Fühlfäden ist der gezahnte Rand sichtbar, welcher durch eine gekerbte Haut gebildet wird, die die Basis der Fühlfäden auf der Bauchseite bedeckt. Am äufsersten Scheibenrande, wo die Franzen oder Fühlfäden ansitzen, befinden sich in gleichen Abständen 8 gelbbraune in eine dreiklappige Scheide eingeschlofsne Körperchen, *o*, mit einem rothen Punkte, dem Auge. Zwischen je 2 solchen Augen in der Mitte ist unter einer gröfsern Randklappe eine Analöffnung, ω, so dafs deren auch acht vorhanden sind.

Fig II. bis VI. ist ein jüngeres Exemplar derselben *Medusa aurita* von Wismar in verschiedenen Stellungen, aber mit 6 getrennten Eierstöcken und Fangarmen anstatt der gewöhnlichen 4. Fig. II. und III. sind Seitenansichten des schwimmenden Thieres, letztere im ganz

flachen, erstere im etwas glockenartigen Zustande. Fig. IV. ist der ganz glockenartige Zustand, welcher entsteht, wenn das Thier sich nach der Richtung der Zahl hin fortbewegt, im Moment des Stofses selbst. Dabei verlängern sich die Randwimpern etwas und ihr Kreis wird trichterförmig. Fig. VI. ist vom Rücken gesehen (wie Fig. I.), Fig. V. vom Bauche, wobei die Fangarme, oder verlängerten Mundwinkel, oben liegen. Die Ovarien liegen zwischen den Fangarmen, mit ihnen abwechselnd. Der Mund ist sechseckig und es giebt 12 Augen am Rande und 24 Haupt-Darmradien.

Tafel II.

Darstellung der Abänderungen und Zahlenverhältnisse der *Medusa aurita* in 12 von den 2 der ersten Tafel verschiedenen Formen, in natürlicher Gröfse, aber nach kleineren Exemplaren. Alle vom Rücken gesehen. Bei allen Exemplaren entsprechen die Zahlen der Fangarme den Zahlen der getrennten Ovarien. Bei Fig. IX. waren aber nur 4 und bei Fig. X. nur 5 Fangarme zugegen, während die Zahlverhältnisse der Darmradien den Ovarien gemäfs gröfser waren.

Fig. I. und II. sind Exemplare, welche nur einen einzigen zusammenhängenden Eierstock um den Mund führen. Man sieht aber sogleich an der Form und auch an den Zahlenverhältnissen der Darmradien, dafs das scheinbar einfache Ovarium bei Fig. I. aus 3, bei Fig. II. aus 4 zusammengeflossenen entstanden ist. Auch ist der mittlere durchscheinende Mund bei Fig. I. dreieckig, bei Fig. II. viereckig. Bei ersterer waren am Munde unterhalb 3 grofse Fangarme, bei letzterer 4. *o* Augen, *ω* Analstellen.

Fig. III. ist ein Exemplar mit 2 Eierstöcken, dem man aber sowohl an der Form derselben, als an der Zahl der Hauptdarmradien deutlich ansieht, dafs es 6 zu je 3 verschmolzene Ovarien besitzt. Auch der sehr zusammengezogene Mund in der Mitte zeigt 6 Strahlen. Am Rande sind 12 Augen und 12 Analöffnungen. Am Munde waren 6 grofse Fangarme.

Fig. IV. ist ein Exemplar mit 3 getrennten Ovarien, dreieckigem Munde, 3 Fangarmen, 6 Augen, 6 Analöffnungen, 12 Darmradien und dies ist mithin die niedrigste wahre Zahl, welche bisher beobachtet wurde. Vergl. Fig. I.

Fig. V., VI., VII., VIII. und IX. sind 5 verschiedene Formen des Ovariums mit der Vierzahl, woran sich, als sechste, Fig. I. der ersten Tafel schliefst. In Fig. I. der ersten Tafel hat jedes Ovarium die Gestalt eines sanft triangulär eingebogenen Schlauches. In Fig. V. Tafel II. ist jedes einzelne Ovarium ein nierenförmiger gelappter Körper. In Fig. VI. ist es ein rundlicher gelappter Körper mit einem sehr kleinen leeren Raume in der Mitte. In Fig. VII. ist jedes Ovarium fast ein geschlofsner Cirkel. In Fig. VIII. ist es hufeisenförmig. In Fig. IX. ist sichtlich keine reine Viertheilung mehr, indem eins der 4 Ovarien aus 2 verschmolzenen besteht. So haben denn auch die 5 ersten der genannten Exemplare 4 Fangarme, einen viereckigen Mund, 8 Augen, 8 Darmöffnungen und 12 Haupt-Darmstrahlen; die letzte Form hatte zwar ebenfalls nur 4 Fangarme, aber einen fünfeckigen Mund, 10 Augen, 10 Analöffnungen und 20 Darmradien. Die Figuren V. und VI. stellen jüngere Individuen mit weniger entwickelten Eierstöcken dar, als die übrigen. Zu den Formen der Ovarien sind auch noch zu vergleichen Fig. III. und V. auf Tafel III., welche diese halbcirkelförmig und Fig. IV. Tafel III., welche sie halbmondförmig zeigen. Vergl. Fig. II.

Fig. X. ist ein regelmäfsig fünftheiliges Exemplar. Ähnliche Fünftheilung findet sich an Fig. IX. und XI., aber bei ersterer mit Mangel eines Fangarmes und mit unvollendeter Tren-

nung des fünften Ovariums. Bei letzterer dagegen ist Überschufs. Sie hat zwar nur 5 Fangarme, aber das fünfte Ovarium ist aus 2 zusammengeflossen, der Mund ist sechseckig und die Strahlung nach der Sechszahl.

Fig. XI. ist ein unvollkommen sechstheiliges Exemplar, welches nur 5 Fangarme hatte, aber einen sechstheiligen Mund und alle Darmstrahlen und Randorgane nach der Sechstheilung enthielt. Sein sechstes Ovarium ist mit dem fünften noch verschmolzen. Eine vollendete Sechstheilung ist auf Tafel I. Fig. II. bis VI. dargestellt. Auch Fig. III. der Tafel II. gehört zur Sechstheilung, obschon die 6 Ovarien in 2 verschmolzen sind.

Fig. XII. ist ein achttheiliges Exemplar. Ich habe nur 2 und beide in der dargestellten Gröfse gesehen. Beide waren in den Ovarien vollständig getrennt und hatten 8 Fangarme und 8 Mundwinkel. Das dargestellte hatte dabei aber nicht 16, sondern nur 14 Augen und 14 Analöffnungen und nicht 32, sondern nur 28 Hauptradien des Darms.

Tafel III.

Es sollen auf dieser Tafel besonders die Form und Verhältnisse des Ernährungssystems der *Medusa aurita* in natürlicher Gröfse dargestellt werden. Fig. II., III. und IV. sind natürliche Zustände. Fig. I. ist ein senkrechter Durchschnitt der Scheibe. Fig. V. ist ein durch Indigonahrung vorbereitetes Exemplar.

Fig. I. Senkrechter Durchschnitt einer viertheiligen *Medusa aurita* in der Mitte der Scheibe so, dafs 2 ihrer Eierschläuche halbirt sind und mithin der Schnitt zwischen 2 Fangarmen durchgeht. Die dicke Gallert- oder Knorpelscheibe zeigt sich so in ihrem überwiegenden Verhältnifs der Masse zu den übrigen zarten Organisationstheilen. Die Mundöffnung ist unten bei *a* zwischen den Fangarmen und ist mit gespalten. Mit *b* ist der innere Mundraum bezeichnet, welcher zwischen den Wurzeln *f* der Fangarme *g* liegt. Mit *c* sind 2 durch den Schnitt gespaltene *Oesophagi* bezeichnet, welche den Mund mit dem Magen verbinden und deren 4 sind. Mit *d* ist einer der Magen bezeichnet, dem gegenüber noch ein anderer ist und deren 4 vorhanden sind. Durch *e* ist der Zapfen der Gallertscheibe bezeichnet, welcher die Magen und Eierhöhlen trennt. Bei *f* ist die Schnittfläche, welche die Wurzeln der Fangarme in ihren Zwischenräumen trennt. Mit *g* ist einer der mit erfüllten Brutbeuteln besetzten grofsen Fangarme oder Mundwinkel bezeichnet. *h* zeigt die Eierstockhöhle an, worin der gefüllte Eierschlauch liegt. Bei *i* ist die Eierhöhlenöffnung. Zwischen *h* und *d* ist die zarte Scheidewand des Magens von der Eierhöhle. Bei *k* gehen die Darmradien vom Magen ab.

Fig. II. zeigt dasselbe Individuum in seiner glockenförmigen Gestalt mit den durchscheinenden bruttragenden 4 grofsen Armen und den leeren, über den Eierschläuchen als begrenzte Räume sichtbaren, Magenhöhlen.

Fig. III. ist ein Specimen von weniger als mitteler Gröfse mit halbcirkelförmigen Ovarien und der gewöhnlichen Viertheilung, welches einen kleinen Fisch schon halb verdaut im Magen hat und sämtliche Analbeutel so erfüllt hat, dafs man sie leicht für die 8 braunen Körper oder Augen hält.

Fig. IV. ist ein kleineres ebenfalls mit Nahrungsstoff natürlich erfülltes Thier. Es hatte in 3 seiner Magenhöhlen Nahrung aufgenommen, deren Bestandtheile nicht mehr sicher zu erkennen waren.

Fig. V. ist ein 24 Stunden lang in mit Indigo gefärbtem Wasser erhaltenes Thier in natürlicher Gröfse. Alle zum Ernährungssysteme gehörigen Theile sind mit einem Blick zu übersehen. Die Magen haben nicht viel von dem schon hinlänglich zerkleinerten Nahrungsstoffe aufbehalten, aber die Darmradien, der Randkanal und die cloakenartigen Analbeutel sind strotzend erfüllt. Bei *ω+* entleert das Thier einen solchen Raum. Beunruhigt man es, so entleert es plötzlich alle. Besonders deutlich werden so auch die beiden kleinen Blindfortsätze des Darmes unter jedem Augenstiele, bei *o*. Die blauen Furchen der Ovarien sind vielleicht nur die Rinnen der auf ihren Falten aufliegenden Scheidewand des Magens.

Tafel IV.

Diese Tafel zeigt die in den früheren Figuren mit *o* und *ω* bezeichneten zarten Randtheile unter 75 maliger Vergröfserung.

Fig. I. ist einer der mit *o* bezeichneten Theile eines mit wenig Indigo erfüllten Exemplares der Meduse, nämlich ein Augenstiel oder brauner Körper in seiner dreiklappigen Kapsel, von der Bauchseite gesehen, wo man den rothen Pigmentfleck abgewendet, also nicht, sieht. Zu beiden Seiten der Augenkapsel liegen die Fühlerreihen des Randes, welche man ohne Vergröfserung als sehr zarte Franzen erkennt. Die Basaltheile dieser Franzen oder Fühlfäden sind doppelt eingehüllt. Unterhalb ist eine zusammenhängende feine Haut, oberhalb sind so viele einzelne sehr stumpfe zahnartige Häutchen, als es Fühler giebt. Jeder Fühlfaden ist sehr contractil und kann sich so stark verkürzen, dafs er viel kleiner wird als die Häutchen seiner Basis, so dafs er sich in den Zwischenraum seiner 2 Basalmuskeln ganz zurückziehen und verbergen kann. Am Grunde jedes Fühlfadens sind nämlich 2 deutliche etwas keulenartige Anschwellungen, wie Schenkel, welche bei den Contractionen sich verkürzen und breiter werden, bei den gröfsten Expansionen bis auf die Farbe fast unmerklich werden. Sie verhalten sich ganz wie Muskeln, besonders ganz wie die Muskeln des Zangenfufses der Räderthiere, denen sie auch an Form ganz gleichen. Zwischen jedem Schenkelpaare sieht man noch 2 Streifen, die einen Fortsatz des Darmes vom Randcanale einschliefsen und welche von etwas stärkeren Anschwellungen kommen, die zwischen je 2 Paaren der Fühler-Schenkel liegen. Diese Anschwellungen, welche von zarten queren Muskelfasern bedeckt sind, mögen Nervenknötchen sein. Ähnliche noch deutliche Markknötchen liegen unter dem gelben Körper bei *r*, in dessen Stiele *t* eine Circulation von Blutkörperchen sichtbar ist. In den Darmcanälen sind viele kleine Strömungen der Farbetheilchen, aber keine zusammenhängende sichtbar.

l bezeichnet das Gefäfsnetz der untern Seite mit einzeln verstreuten Körnern. *m* ist der rechte Theil der Augenkapsel, *n* der linke, *p* der mittlere. *q* ist der Augenstiel, *r* die 2 Markknötchen in der Kapsel unter dem Auge, deren Schenkel in *q* fortzugehen scheinen. *s* der Crystallbeutel über dem Auge. *t* der mittlere Raum im Augenstiele, wo deutliche (Blut?) Circulation sichtbar ist. *u* die kleinen Blindanhänge des Darmes unter dem Auge. *v* die strahligen Ernährungscanäle samt dem Randcanale. *w* die Fühlermuskeln. *x* die Markganglien der Fühler. *y* die Fühlerfortsätze des Cirkelcanals am Rande. *α* das ganzrandige Deckhäutchen der Fühler, *β* das gelappte.

Fig. II. ist eine Analöffnung mit dem Analbeutelchen und der gröfsern Randklappe, welche in den früheren Tafeln mit *ω* bezeichnet wurden, 75 mal vergröfsert, von der Rückenseite gesehen. Das Gefäfsnetz der Oberfläche mit den gehäuften schüsselförmigen Körperchen

bezeichnet die Rückenseite. *v* ist der Ernährungscanal. *z* das Analbeutelchen mit Überresten verdauter organischer Stoffe, in denen man eine kleine bivalve Muschel, Räderthierchen (*Notommata?*) und *Naviculas* erkennt. α die untere Deckhaut der Fühler, β die gezahnte obere, γ die gröfsere Randklappe der Analöffnung.

Tafel V.

Die Augen und Crystallbildung ist der Gegenstand der Darstellung auf dieser Tafel. Vergröfserung 75 mal im Durchmesser.

Fig. I. ist eins jener auf Tafel III. Fig. V. abgebildeten mit *o* bezeichneten Randkörperchen einer mit Indigo stark erfüllten Meduse, die ich als Augen betrachte, von der Rückenseite gesehen, wo es einen grellen rothen Pigmentpunkt zeigt. Das cylindrische Körperchen ist hier noch im Zusammenhange mit den ihm zunächst verbundenen Theilen und liegt in seiner dreiklappigen Kapsel nach oben von der mittleren Klappe bedeckt. *m* ist die rechte Klappe, *n* die linke, *p* die mittlere. *q* der Augenstiel oder der kiemenartige äufsere Fortsatz unter dem Auge, in welchem Körnchen circuliren, die den Blutkörperchen ganz ähnlich sind. *r* sind die beiden Markknoten unter dem Auge, deren Schenkel nach dem Auge hin gerichtet sind. *s* ist das Crystallbeutelchen über dem Auge. *t* ist die Circulations-Höhlung in den Kiemen oder den Augenstielen. *u* sind die Blindfortsätze des Ernährungssystems unter dem Auge. *v* die Ernährungscanäle des Scheibenrandes. *w* die Basalmuskeln der Randfühler. *x* die Markknötchen zwischen den Fühlern. *X* der gröfsere Markknoten, auf welchem das, bei auffallendem Lichte zinnoberrothe, bei durchgehendem Lichte braunrothe Pigment des Auges unmittelbar aufsitzt. *y* der kurze Darmfortsatz des Randcanals zwischen den Fühlern.

Fig. II. bis VII. stellen 3 einzelne Augenkörperchen dar von einer und derselben Meduse, welche die ungleiche Gröfse der Crystallbeutelchen anschaulich machen. Fig. III. und IV. sind dieselben Körperchen, wie Fig. II. und V., von der Bauchseite gesehen, während letztere von der Rückenseite gezeichnet sind. Die Zeichen bedeuten dasselbe.

Fig. II. bis V. sind ohne Druck, frei herauspräparirt gedacht, mit Weglassung der Nebenorgane gezeichnet.

Fig. VI. ist durch leichten Druck eines aufgelegten Glasblättchens etwas breit gedrückt, wodurch die Form der innern Crystalle schon hervortritt.

Fig. VI. ist durch etwas verstärkten Druck zerquetscht. Bei *X* ist der unter dem Pigment liegende Nervenknoten. Die Pigmentfarbe der Figuren I. bis V. ist nach dem auffallenden oder reflectirten Lichte, die der Figuren VI. und VII. nach dem durchgehenden Lichte gegeben.

Tafel VI.

Bau der Gallertscheibe und der Fühlfäden.

Fig. I. stellt einen kleinen Randtheil mit natürlich ausgedehnten Fühlfäden vor. α die ungezahnte, β die gezahnte Deckhaut der Fühlfäden des Randes. *w* die Basalmuskeln der letztern. *x* die im Muskelrande des Cirkelcanals des Darmes liegenden, von feinen Muskelfasern zuweilen deutlich umhüllten, zweischenklichen Markknötchen, welche zu den in der Ausdehnung perlschnurförmig gegliederten, in der Contraction cylindrischen Fühlfäden gehen. Die Fühlfäden sind an ihrer ganzen Oberfläche sammtartig und mit Körnchen durchwirkt, unter denen

gröfsere Schüsselchen, wie Saugnäpfchen, liegen. Im gedehnten Zustande der Fühler liegen die Saugschüsselchen auf den Knoten beisammen. Die ganze Oberfläche wirbelt. Die Wimpern, welche es bewirken, sitzen auf Knötchen und diese sind zum Theil wieder gestielt. Die Fühlfäden haben eine so energische Contractions-Fähigkeit, dafs sie (wie manche Ringwürmer, bekanntlich auch Krebse) dabei zerbrechen und theilweise sich ablösen. Solche Theile schwimmen dann selbstständig fort, wie die wirbelnden Fragmente der Schnecken-Kiemen.

Ich unterlasse nicht bei diesen in der Contraction cylindrischen und gebogenen, in der Expansion perlschnurartig gegliederten Fühlfäden das ähnliche Verhalten der weit feineren Elementar-Hirnröhren ins Gedächtnifs zu rufen. Die ähnliche Form kommt aber in beiden Fällen nicht aus derselben Ursache. Bei den Fühlfäden der Medusen ist der cylindrische verkürzte und gebogene Zustand eine active Contraction und Spannung. Mit dem Tode, wo diese aufhört und Abspannung, Expansion, eintritt, kommt die Perlschnurform zum Vorschein. Auch im lebenden Thiere erscheint sie, durch willkührliche Erschlaffung, beim Verlängern der Fäden zum Tasten und Fangen. Umgekehrt ist es bei den elastischen Elementartheilen des Thierkörpers, wozu die Nervenmasse gehört. Willkührliche Erschlaffung oder Tod erzeugt bei diesen Contraction, Verkürzung, Biegung und eine mehr oder weniger cylindrische Form, leichte geradlinige Anspannung erzeugt die Perlschnurform oder Gliederung. Bei der Sehne der Armbrust ist der gebogene Zustand Erschlaffung, beim Bügel derselben ist der gebogene Zustand die Spannung. Auch diese Fühlfäden sind nicht streng regelmäfsig gegliedert, aber dafs sie zur Gliederung, als ihrem natürlichen Zustande, nicht prädisponirt wären und dafs dieser perlschnurartige Zustand nicht ein anatomisch und physiologisch wichtiger Zustand auch für sie wäre, dürfte schwer zu verneinen sein.

Fig. II. ist ein Theil eines 500 mal im Durchmesser vergröfserten Fühlfadens an seinem dünnen, durch Druck etwas gequetschten Ende. Der dickere Theil ist nur ausgebreitet und wirbelt noch, der dünnere aber von seiner äufseren Sammt-Schicht entblöfst. Innen befindet sich nämlich, unter der Wimper-Lage, ein axenartiger contractiler (Muskel-) Cylinder, welcher noch manchen feinen Organismus enthalten mag, den man nicht specieller erkennt, aber, der obern Wimper- und Saugwarzenschicht halber, nicht grundlos vermuthen kann.

Fig. III. ist ein Stück eines feinen Querdurchschnittes der Gallertscheibe einer grofsen Meduse bei 50 maliger Vergröfserung und nach Anwendung von etwas Druck, wodurch der Schnittrand der Rückenseite etwas weiter nach l^1 hin getrieben ist, als der der Bauchseite l^3. Man erkennt so die 3 Gefäfshäute der Gallertscheibe. Mit l^1 ist die Rückenhaut, mit l^2 die Mittelhaut und mit l^3 die Bauchhaut bezeichnet. Drei durchschnittene Darmröhren sind mit $\delta\ \varepsilon\ \zeta$ bezeichnet. Sie liegen, obwohl sehr nahe an der Bauchhaut, doch zwischen der Mittel- und Rückenhaut. Wo sie liegen biegt sich die Mittelhaut gegen die Bauchhaut hin ein und legt sich dicht an diese an. Besonders anschaulich wird auch bei solchen feinen Durchschnitten, wenn sie gut gelingen, dafs die Canäle selbst eigene Wände und darin Cirkelfaserung haben, was mit η bezeichnet ist. Jeder Canal hat bei ϑ zwei verdickte Stellen mit Längsstreifung, welche den röthlichen Streifen der Scheiben-Radien entsprechen, die man mit blofsen Augen sieht. λ bezeichnet die körnige Gallertmasse zwischen der Mittel- und Rückenhaut, deren Körnchen man zuweilen durch zarte Fasern oder Gefäfse verbunden sieht. In diese dicke Gallertmasse fressen sich zuweilen kleine, dem blofsen Auge recht wohl sichtbare Crustaceen verschiedener Krebsgattungen an. Es scheint meist Brut gröfserer Krebsformen zu sein, weshalb

man mit ihrer besondern Benennung, will man nicht schädliche Synonyme häufen, zurückhaltend sein mag, bis man die Entwicklung noch mehrerer Krebse genau verfolgt hat.

Tafel VII.

Diese ganze Tafel ist dem Fortpflanzungsorganismus, den Eiern und der Brut gewidmet, so weit sie bisher anschaulich wurde. Fig. I. und II. sind 75 mal vergröfserte solche Eierschläuche, welche auf den ersten Tafeln zu 4 bis 8 den farbigen mittleren Stern bilden.

Fig. I. ist ein einzelner Eierschlauch, vom Rücken aus gesehen, im jugendlichen Zustande. Er erscheint als ein cylindrischer, vielfach eingebogener, dicht mit violetten rundlichen Eiern erfüllter Schlauch in Form eines Halbcirkels. Beide Enden des Schlauches sind meist anliegend und versteckt, ziemlich gleichartig. Ich habe aber einigemal beobachtet, dafs die Eier im linken Ende bei μ mit weit mehr sehr kleinen Eikeimen (Eibläschen) vermischt waren und habe auch einigemal deutlich, wie es schien, bemerkt, dafs das rechte Ende einen nach innen abgehenden Anhang ξ hat, der dem linken, damals nach oben angebogenen, fehlte. Ich vermuthe daher, dafs die linke Seite des Eierschlauches (von oben gesehen) mehr Eierstock, die rechte mehr Eileiter ist und dafs alle Eier rechterseits bei ξ entleert werden mögen, was ich nicht beobachten konnte. Der ganze Eierschlauch liegt in einer besondern häutigen Zelle π. In der Mitte ist eine ovale, grofse, stets offne Mündung, welche nur durch den Kranz von Fühlfäden willkührlich geschlossen zu werden scheint. Die Fühlfäden sitzen je auf 2 Markknötchen, die bei starker Expansion wenig sichtbar sind, zuweilen aber durch weifsliche, im Mikroskope bei durchgehendem Lichte, gelbliche, Färbung stark ausgezeichnet bleiben.

μ linkes Ende des Eierschlauchs (Eierstock); ξ rechtes Ende (Eileiter); π Zelle des Eierschlauchs; ϱ Mündung dieser Zelle; σ Fühlfäden der Eierzelle; τ Nervenknötchen der Fühlfäden.

Fig. II. Ein ähnlicher Eierschlauch im mehr entwickelten Zustande, wo die Mehrzahl der Eier und Brut schon entleert ist. Die gröfste Menge der Eier und Brut gleicht nicht der braunen cylindrischen Brutform, sondern der röthlichen, mehr kugelartigen und scheibenförmigen. Jedoch fehlt es auch nicht an cylindrischen braunen im Eierschlauche selbst.

Fig. III. Ein einzelner 300 mal vergröfserter Fühlfaden der Eierzelle.

Fig. IV. bis XIX. sind die verschiedenen Zustände der Eier und ihre Entwicklung, so viel sie meiner Beobachtung bisher zugänglich war. Alle, aufser Fig. XIX., sind bei 300 maliger Linear-Vergröfserung von $\frac{1}{144}$ Linie Gröfse an bis zu $\frac{1}{8}$ Linie im Durchmesser gezeichnet. Bei Fig. IV., V., VI. und XVI. sind die Gröfsen angezeigt, wonach die andern leicht zu vergleichen sind. Von der $\frac{1}{8}$ Linie grofsen cylindrischen braunen Form Fig. XIX. ist nur der Vorderrand 500 mal vergröfsert gezeichnet. Es erscheinen da einzelne längere Wimpern, welche auf besonderen Knötchen sitzen und sich samt den Knötchen leicht ablösen.

Fig. IV. bis X. sind Eiformen, die nur im Eierschlauche vorkommen und noch eine besondere Eischale erkennen lassen. In Fig. VII. und IX. ist bei * ein Keimbläschen im Innern des Eies sichtbar, dort central, hier excentrisch.

Fig. XI. bis XIX. finden sich theils im Eierschlauche, theils in den Brutbeuteln der Fangarme, oder schwimmen frei in Gefäfsen, worin man solche Medusen hält. Fig. XI. bis XIII. sind brommbeerartige Formen ohne Schale (?) und ohne Bewegung. Man findet sie im Eierschlauche.

Fig. XIV. ist ein wirbelnder und etwas plattgedrückter, der Eischale entschlüpfter Fötus, welcher schon Ähnlichkeit mit dem Mutterthiere, aber keine Fangarme hat, von fast $\frac{1}{20}$ Linie Gröfse.

Fig. XV. bis XVIII. sind die sonderbaren braunen, bewimperten, frei schwimmenden Körper, welche vorzugsweise von den Brutbeuteln der Fangarme, wahrscheinlich mit Hülfe der Fühlfäden, aufgenommen werden und diesen die gelbbraune Farbe geben. Sie scheinen bei *a* offenbar eine Mundöffnung zu besitzen, zeigten aber nie eine Aufnahme farbiger Nahrung. Ihre Form ist die einer *Enchelys* der Infusorien, aber der Menge, Localität und constanten Erscheinung halber sind sie gewifs nicht erst ein *Entozoon*, dann ein *Epizoon*.

Eier und wirbelnde Junge verschiedener Entwicklungsstufen findet man zuweilen auch in den Darmröhren der Medusen, was aber nicht zu der Meinung verleiten darf, dafs sie dahin gehörten. Sie werden mit den übrigen Nahrungsstoffen zufällig mit aufgenommen und verdaut, wenn man nicht durch gewaltsame Zerreifsung der Canäle sie befreit, wo sie denn zuweilen fortwirbeln und weiter schwimmen.

Tafel VIII.

Diese Tafel enthält, aufser den Brutbeuteln der *Medusa aurita* der Ostsee und, aufser den durch Indigo-Nahrung aufser Zweifel gestellten Ernährungscanälen noch anderer Akalephen der Nordsee, die im Jahre 1834 beobachteten physiologisch wichtigeren Organisationsverhältnisse der Seesterne.

Fig. I. ist die 100 mal im Durchmesser vergröfserte Spitze eines grofsen Fangarmes der *Medusa aurita* mit den an ihren 2 Blättern befindlichen Brutbeuteln. Man vergleiche zur Orientirung Tafel III. Fig. I. *g*. Die Brutzellen sind in verschiedenem Grade ihrer Entwicklung. Bei * bildet sich eine, wegen der dort sich ansetzenden 2 Jungen. Oder fing die Zelle eher an sich zu vertiefen und benutzen nur die Jungen ihre Gegenwart, sich darin aufzuhalten? Die Mehrzahl der Brutformen gehört der cylindrischen, braunen, bewimperten an. Auch die Fühlfäden am Rande der Fangblätter sind bewimpert und wirbeln. Sie zeigen weder Muskeln noch Nervenknötchen.

Fig. II. bis IV. ist *Oceania pileata* aus dem Canal von Christiania, welche ich 1833 daselbst in Droebak, durch Indigo-Nahrung rücksichtlich ihrer Ernährungsorgane prüfte. Die gelblichen Beutel sind die 4 Eierstöcke. Fig. II. ist in natürlicher Gröfse. Fig. III. von der Schwimmscheibe, dem Rücken, gesehen. Fig. IV. vergröfsert.

Fig. V. bis VII. ist *Melicertum campanulatum*, ebenfalls 1833 mit der vorigen beobachtet und mit Indigo geprüft. Fig. V. ist natürliche Gröfse. Die 8 gelben Beutel sind die Eierstöcke. Fig. VI. vom Rücken gesehen, Fig. VII. vergröfsert.

Fig. VIII. bis X. ist *Beroë Pileus*, gleichzeitig mit den vorhergehenden beobachtet. Es zeigten sich bei dieser, aufser dem grofsen mittleren Canale, nur die beiden Höhlungen der Senkfäden farbig. Letztere wohl passiv. Es scheint dafs, bei glücklicher Behandlung, sich noch mehr besondere Canäle bei den Beroiden erkennen lassen werden.

Fig. XI. ist *Asterias violacea*, ein Seestern, in seinem lebendigen natürlichen Zustande, ein Exemplar von weniger als mitteler Gröfse. Es kriecht auf der Bauchseite, den Mund nach unten gerichtet. Die Spitzen der Strahlen sind zurückgebogen und zeigen die rothen Augenpunkte offen. Das Thier kann demnach recht wohl sehen, wohin es kriecht und da es auf jedem

Strahle gleich organisirt ist, so kann es die Richtung sogleich verändern, ohne sich umzubiegen. Die Kalkstacheln seines Rückens sind durch die ausgedehnte Oberhaut fast ganz überdeckt und die weichen Cirren bewimpern den Rücken. An der Seite ragen die trompetenartigen Füfse der Bauchseite hervor, welche die Bewegung bedingen.

Fig. XII. ist die vergröfserte Spitze eines Strahles desselben Seesternes im ausgedehntesten Zustande. Ein rother Pigmentfleck, umgeben von einer nicht undeutlichen scharfen Begrenzung, welche den darunter liegenden Markknoten theilweis bezeichnet, liegt auf einer freien weichen Stelle der Unterseite. Dicht bei ihm, nach unten, fangen die vorn erweiterten, trompetenartigen Füfse *a* mit ihrer Saugscheibe an, welche unterwärts in 4 Reihen stehen. Auf jeder Seite des Strahles verlaufen 3 Reihen etwas zackiger, rauher und stumpfer Kalkstacheln, *b, c, d,* zwischen deren beiden oberen, wie über den ganzen Rücken, Reihen von weichen conischen Röhrchen *e* stehen, in deren innerem Raume eine an der stumpfen Spitze umkehrende Bewegung von rundlichen Körperchen sichtbar ist; *f* ist eine zurückgezogene Röhre.

Nachträgliche Bemerkungen.

Obwohl ich mehrmals eifrig versucht hatte die zarten und voluminösen, schon beim Aufheben mit der Hand aus dem Wasser zerreifsenden und zerfliefsenden gallertigen Organismen der Medusen lebend in vom Meere entferntere, für die Untersuchung bequemere Punkte zu transportiren, so lief es doch damit, über geringe Entfernung hinaus, stets unglücklich ab. Besonders im Jahre 1835 und in diesem Jahre, 1836, erhielt ich durch die Güte des Herrn Dr. Med. Ferdinand Rose in Wismar mehrere Sendungen lebender *Medusa aurita* der Ostsee, sowohl in Glas- als in Fayence-Gefäfsen und auf verschiedene Weise verpackt, allein keine kam lebend in Berlin an, doch war mit jedem Transport der Zustand Hoffnung erregender, dafs es doch gelingen werde. Die letzten waren einzeln in Gefäfsen und so wohl erhalten, dafs die ganze Form samt den Franzen des Randes und der grofsen Fangarme wohl erhalten, nur das Leben, wahrscheinlich wegen Luftmangels, erloschen war, was in wenig Stunden ihre schnelle Auflösung herbeiführte. Zu Ende Octobers dieses Jahres erhielt ich in Berlin eine Sendung von vielen kleineren Exemplaren der *Cyanea capillata* aus Copenhagen, wo diese Formen mit dem Nordwinde aus dem Cattegat zuweilen häufig vorkommen, durch die Güte des Herrn Dr. Switzer. Auch diese kamen, in einem hölzernen Fasse, nicht lebend und nicht unbeschädigt an, aber die Scheiben waren in Farbe und Substanz noch recht wohl erhalten, so dafs sich einige Structurverhältnisse gut erkennen und andern mittheilen liefsen. Die gesammelten Erfahrungen weiter benutzend bemühte sich der Studiosus Herr Hecht aus Stralsund, auf mein Ersuchen, in viel Wasser fassenden langen Cylindergläsern mit grofsem Korkpfropf, mit Ausschlufs eines Verbandes von Blase und mit Einschlufs von etwas aber wenig Luft, den Transport unschädlich zu machen. Dies gelang bei der kühleren Witterung im November so wohl, dafs Sonnabend am 12. November 7 Stück 2 bis 4 Zoll grofse Exemplare ganz unversehrt und lebend von Stralsund in Berlin mit der Post ankamen, die noch Montag den 14. und Dienstags am 15. so deutliche Bewegung zeigten, dafs sie in der Sitzung der physikalischen Classe der Akademie

und in der Versammlung der naturforschenden Gesellschaft als lebende Thiere vorgezeigt werden konnten. Am folgenden Tage waren sie todt. Die rothen Pigmentflecke, Augenpunkte, waren überall oberhalb deutlich zu erkennen. Die Augenstiele waren bei allen lebenden Exemplaren samt ihrer dreiklappigen Kapsel frei in die Höhe zurückgebogen in einer ähnlichen Stellung wie die umgebogenen Spitzen der Seesterne. Die kleinen Kalkcrystalle fanden sich überall über den Augen wieder, die Nervenknötchen unter den Augenstielen ebenfalls, weniger deutlich unter den Randfühlern und den Eierhöhlen-Fühlern, wovon die schwache Färbung aller Exemplare die Ursache sein mochte. Alle Exemplare hatten in ihren Eierhöhlen deutliche Eier, keins Spermatozoen. Das Wirbeln der Fangfäden bestätigte sich. Viele Eier, besonders alle von $\frac{1}{144}$ bis $\frac{1}{48}$ Linie Gröfse, hatten kein deutliches Keimbläschen, gröfsere hatten deren. Viele zerrissene und abgefallene Fühlfäden schwammen oder krochen wie selbstständige Infusorien umher, waren aber an der Structur leicht zu erkennen. Ihr noch nicht erloschnes Wirbeln bewirkte die Bewegung. Exemplare mit stark entwikkelten Eiern hatten Brutbeutel, die andern nicht. An den cylindrischen braunen Jungen erkannte ich eine Mehrzahl längerer, mir unbekannt gebliebener Wimpern, die auf einem besondern Bulbus aufsafsen und sich beim Trocknen samt diesem ablösten. Vorn waren deren bei einigen bis 10, hinten bis 5. Fig. XIX. Tafel VII. stellt dies dar. Weitere Entwicklung dieser Formen blieb unerkannt. Das Linien-Netz der Oberfläche der Scheibe zeigte deutlich 2 Contoure bei jeder Linie, also einen Gefäfsdurchmesser, keine einfache Zellwand. Leuchten war weder im Leben noch im Tode, weder gereizt noch ungereizt, im Dunkeln zu erkennen. Angestellte galvanische Versuche reizten auf der Unterseite, wo die Muskelstreifen liegen deutlich. Besondere galvanische Reizung an den Augenstielen und Randfasern war nicht auffallend stärker. Eine Fortsetzung ruhigerer Versuche wird, wenn es wieder gelingt, lebende Thiere zu erhalten, wahrscheinlich noch bestimmtere Resultate geben. Diesmal mufste die Beobachtung der ganz erhaltenen Form die mögliche Beobachtungszeit ausfüllen. Kleinere Seethiere leben bei mir jetzt schon länger als ein Jahr in demselben Wasser, worin sie geschöpft wurden. Gefäfse mit kleiner Öffnung verhindern die starke Verdunstung. *Oxytricha rubra, Isthmia enervis, Schizonemata* und selbst ein kleiner *Cyclops,* Seethiere, die ich am 19. Januar, als bereits 4 Mo-

nate alt, der hiesigen naturforschenden Gesellschaft lebend vorzeigte (Vergl. Mittheilungen der nat. Ges. 1836), leben mit *Ulva Lactuca* noch jetzt im November. Vielleicht erlaubt auch Seesalz in Wasser aufgelöst, künstliches frisches Seewasser zu bereiten, welches zu noch längerer Erhaltung vieler solcher Thierformen, deren intensive mikroskopische Betrachtung jetzt ein besonderes gröfseres wissenschaftliches Interesse hat, beitragen wird. Alle Methoden, solche Thiere todt aufzubewahren erlauben keine sichere mikroskopische Analyse.

Es scheint, dafs die Behauptung des Nesselns oder Brennens der *Medusa aurita* nur auf einer Verwechselung mit anderen Formen beruht. In der Ostsee, wo diese Meduse allein vorhanden ist, bin ich beim Baden oft mit dem Körper in Berührung mit diesem Thiere gekommen, ohne je ein Nesseln zu fühlen. Auch das Berühren mit der Zunge gab kein Gefühl von Schärfe. Dagegen habe ich nach vielem Berühren der rothen *Cyanea* (*Medusa*) *capillata* mit den Händen in der Nordsee an heftigem Brennen und Schwellen der Rückenseite der Hände sehr gelitten. In der Nordsee, in Wangeroge, Norderney, Helgoland, Cuxhaven dergl. Badende haben sich daher, wie im Mittelmeere und im atlantischen Meere, vor Berührung der Medusen mit dem Körper in Acht zu nehmen, dagegen alle an der Südküste der Ostsee, in Swinemünde, Doberan dergl. Badende, die im Wasser gar lieblich anzusehenden Medusen nicht zu fürchten haben. Badende, die nicht blofs in der Ostsee baden, warnt man allerdings zweckmäfsig vor Berührung aller Medusen, weil sie an andern Orten leicht schädliche mit den unschädlichen verwechseln. Auch kommen schädliche schon an der Nordküste der Ostsee nach Nordstürmen häufig vor. Sie pflegen aber, weil sie salzigeres Wasser zu bedürfen scheinen, bald zu sterben, so dafs es an der Südküste der Ostsee nur die unschädliche sehr zarte *Medusa aurita* giebt.

Kurze Beschreibung der 3 neuen Akalephen.

1. RHIZOSTOMA *loriferum* Hempr. et Ehr.

Disco sexpollicari, forma R. leptopodis, colore amethystinum, margine albo et violaceo late maculato, integro, brachiis discretis loriformibus, pedem longis, tenuibus, basi octaëdris, apice triquetris, corpusculo cartilagineo, conico, hyalino, glabro terminatis.

R. leptopus Chamissonis et Eyssenhardti, *differt brachiis tetraëdris, appendicibus apice barbatis.*

Ad Tor in mari rubro bis lectum Novembre.

2. CEPHEA *vesiculosa* H. et E.

Disco fere bipollicari, plano, glabro, roseo; radiatim plicato, hinc margine crenato, brachiis ramosissimis brevibus undique vesicularum nigrofuscarum et coacervatarum capitulis obtectis, cirris hyalinis e medio disco plurimis, comae forma, pendulis, tripollicaribus.

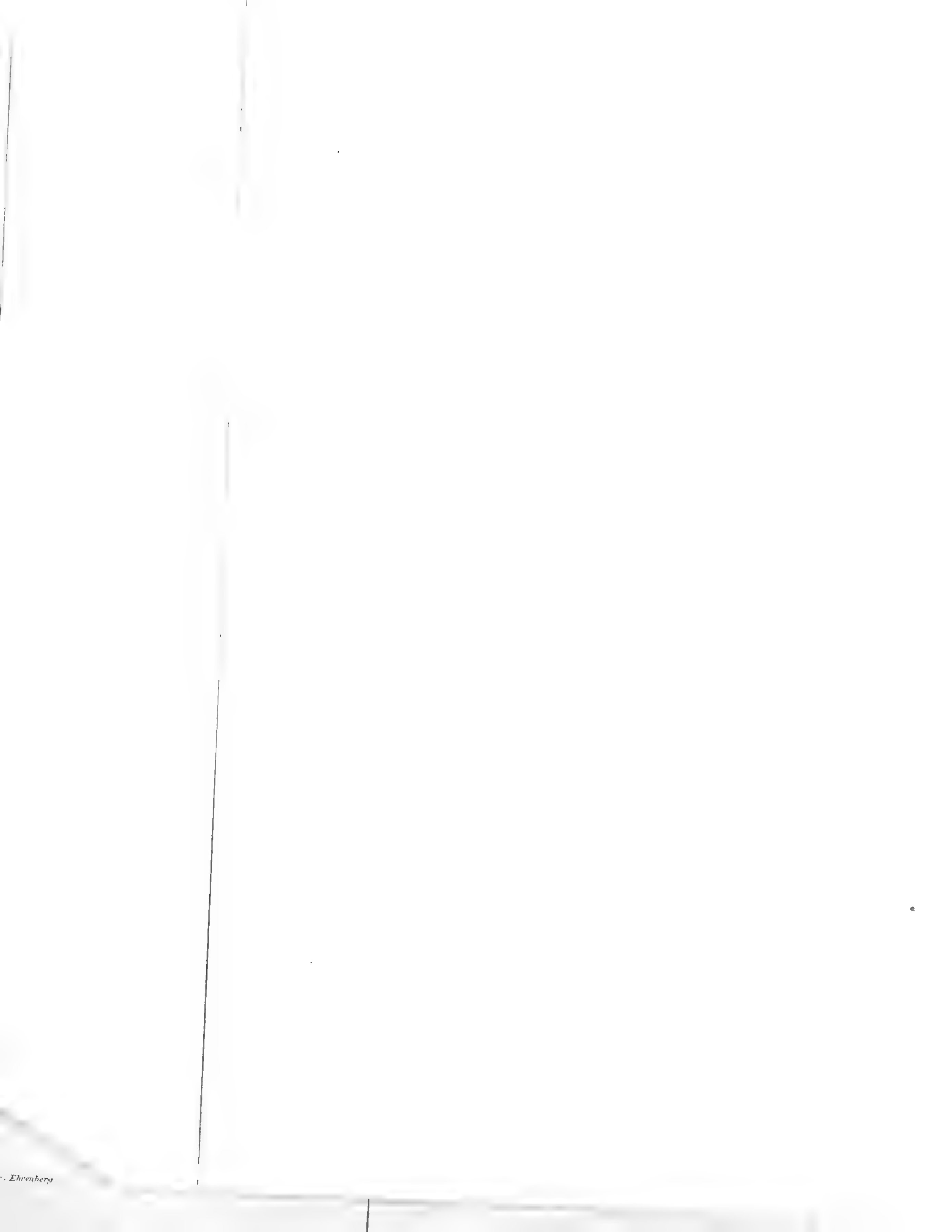
A Medusa Cephea Forskålii differt: disco plano roseo glabro reliq.

Prope Tor in mari rubro Novembre semel lecta.

3. MEDUSA (Aurelia) *stelligera* H. et E.

Disco sexpollicari, habitu M. auritae, colore hyalino cinerascente, ovariis 4, conglomeratis, fuscescentibus, radiis disci fere 16, rufo punctatis, stellam referentibus, cirris marginalibus paucis, inter ocellos rufos singulos quinis, validis, brachiis 4, plicatis, marginem non excedentibus.

Alexandriae Aegypti in portu novo Octobre frequens.


. Ehrenberg

Naturreich des Menschen

oder

das Reich der willensfreien beseelten Naturkörper

in XXIX Classen

übersichtlich geordnet nach dem neuen Princip eines und desselben bis zur Monade überall gleichen Bildungs-Typus.

TYPUS.

Organismus überall bestehend aus einem Empfindungssysteme, einem vermittelnden Gefäfssysteme, einem Ernährungssysteme, einem Bewegungssysteme und einem (wahrscheinlich überall zweitheiligen) Fortpflanzungssysteme.

Erste Abtheilung.

Gleiche Entwicklung aller Systeme. Empfindungssystem dadurch zur Bildung von klarem Selbstbewufstsein und über das Individuum hinaus wachsender Entwicklung geschickt (Sprache, Wissenschaft, Kunst, Religion) (hierin unabsehbar unbeschränkter Ersatz für alle mangelhafte und einseitige Organisation):

Kreis der Völker.

I. Iste und einzige Classe. Mensch.
(Rückenmark führend, herzthätig, warmblütig, lungenathmend, getrennten Geschlechts, reif gebärend, säugend.)

Zweite Abtheilung.

Gröfsere Entwicklung einzelner Systeme. Empfindungssystem nur zur Bildung vielfacher unklarer Geistesthätigkeiten, ohne klares Selbstbewufstsein, mit auf das Individuum beschränkter Entwicklung, geschickt (Laute, Kunsttriebe) (hierin beschränkter Ersatz für mangelhafte und einseitige Organisation):

Kreis der Thiere.

A.

Rückenmarkthiere = Wirbelthiere.

Markthiere (MYELONEURA).

Getrenntes Geschlecht. Herz.

a. Warmblütige Markthiere
oder I. Familien-Thiere, NUTRIENTIA (Sorge für die Jungen).

1) warmblütig, Lungenathmung des Erwachsenen, Reif Gebären (Lebendig Gebären), Säugen der Jungen, Behaarung.

II. Ite Classe. Säugethiere, *Mammalia:*

2) warmblütig, Lungenathmung des Erwachsenen, Unreif Gebären (Eierlegen, Brüten), Ätzen der Jungen, Befiederung.

III. IIte Classe. Vögel, *Aves:*

b. Kaltblütige Markthiere
oder II. Einzel-Thiere, ORPHANOZOA (keine Sorge für die Jungen).

3) kaltblütig, Lungenathmung des Erwachsenen, mit Füfsen oder fufslos

IV. IIIte Classe. Amphibien, *Amphibia,*

4) kaltblütig, Kiemenathmung des Erwachsenen, mit Flossen oder flossenlos

V. IVte Classe. Fische, *Pisces.*

B.

Rückenmarklose Thiere = Wirbellose Thiere.

Marklose Thiere (GANGLIONEURA).

Überall Eibildung. Gefäfse mit oder ohne Herz.

a. Herzthiere (marklose Herzthiere)
SPHYGMOZOA, CORDATA.

Mangel an Rückenmark, Blutlauf durch ein Herz oder pulsirende Gefäfse angezeigt.

III. Gliederthiere, ARTICULATA.

Wahre vollkommene oder unvollkommene Gliederung:

Wahre Gliederung durch mehr oder weniger genäherte Ganglien-Reihen der Nerven und deren Strahlen bezeichnet.

α. Glieder- und Ganglien-Zahl fest, getrenntes Geschlecht.

* innere Luftröhren-Athmung beim Erwachsenen

VI. Vte Classe. Kerbthiere, *Insecta*

** innere Lungen- oder Luftkiemen-Athmung beim Erwachsenen

VII. VIte Classe. Spinnen, *Arachnoidea*

*** innere Blutröhren-Athmung (Wasser- oder Luftkiemen-Athmung) beim Erwachsenen

VIII. VIIte Classe. Krebse, *Crustacea cum Entomostracis, Cirripedis, Lernaeis*

β. Glieder- und Ganglien-Zahl schwankend, vereintes Geschlecht.

* Gestalt bleibend, einfach, allmälig verlängert, keine Selbsttheilung

IX. VIIIte Classe. Ringelthiere, *Annulata,*

** Gestalt durch Selbsttheilung verändert, verkleinert

X. IXte Classe. Spaltthiere, *Somatotoma = Naidina et Turbellariis rhabdocoelis*

IV. Weichthiere, (Schnecken) MOLLUSCA.

Keine Körpergliederung, zerstreute Nerven-Ganglien.

(Form beständig oder durch Knospenbildung veränderlich.)

α. Form beständig, Mund in einem kopfartigen Fortsatze verlängert.

* Bewegungsorgane um den Kopf gestellt, armartig oder segelartig, zum Fangen, Schwimmen und zum Kriechen dienlich.

XI. Xte Classe. Tintenfische, *Cephalopoda*

** Bewegungsorgane segelartig, nur zum Schwimmen dienlich

XII. XIte Classe. Flossenschnecken, *Pteropoda.*

*** Bewegungsorgane eine Bauchsohle bildend, nur zum Kriechen dienlich

XIII. XIIte Classe. Sohlenschnecken, *Gasteropoda.*

β. Form beständig, Mund in den Mantel eingeschlossen ohne kopfartigen Fortsatz, keine Knospenbildung.

* blattige an den Mantel geheftete freie Kiemen

XIV. XIIIte Classe. Muschelschnecken, *Acephala:*

** fühlerförmige, gestielte, freie Kiemen

XV. XIVte Classe. Armschnecken, *Brachiopoda*

*** netzartige eingewachsene Kiemen

XVI. XVte Classe. Scheidenschnecken, *Tunicata = Ascidiae simplices*

γ. Form unbeständig, durch Knospenbildung veränderlich, Mund vom Mantel eingeschlossen, netzartige eingewachsene Kiemen.

XVII. XVIte Classe. Corallenschnecken, *Aggregata = Ascidiae compositae*

b. Gefäfsthiere,
ASPHYCTA, VASCULOSA.

Mangel an Rückenmark, schneller Blutlauf in pulslosen Gefäfsen, durch zitternde Bewegung der inneren Gefäfswand bedingt. (Gefäfse, keine Poren.) Verdauungsorgan einfach oder zertheilt.

V. Schlauchthiere, TUBULATA.

Verdauungsorgan einfach sackförmig oder schlauchförmig, keine wahre Körpergliederung oder Scheingliederung (durch Muskel und Gefäfsvertheilung).

α. Form unbeständig, durch Knospenbildung und Selbsttheilung veränderlich.

* Körpergliederung mangelnd, vorwaltende Knospenbildung, keine Selbsttheilung

† Alle Individuen der gleichen Art weiblich, weibliche Eier [illegible]

XVIII. XVIIte Classe. Moosthiere, *Bryozoa = Halcyonellae, Flustra, Eschara reliq.*

†† Alle Individuen begleitet von männlichen Geschlecht, Entwicklung, fruchtbaren Eiern, häufig sich losreifsende Individuen (sprossend)

XIX. XVIIIte Classe. Kapselthiere, *Dinophora = Sertularina, Tubularina.*

** Scheingliederung des Körpers, Gliederzahl unbestimmt, keine Knospenbildung, oder vielleicht, Selbsttheilung

XX. XIXte Classe. Strudelwürmer, *Turbellaria = Turbellaria rhabdocoela, exclusis Naidinis et Gordio, = Derostoma, Turbella, Vortex reliq.*

β. Form beständig, weder Knospenbildung noch Selbsttheilung, Scheingliederung.

* Getrenntes Geschlecht, keine äusseren Wirbelorgane

XXI. XXte Classe. Fadenwürmer, *Nematoidea = Entozoa intestino simplici cum Gordio et Anguillulis*

** Hermaphroditismus, äufsere Wirbelorgane (zum Schwimmen, Ernähren oder Athmen)

† Räderorgane zum Schwimmen oder Fangen, zitternde innere Organe, Kiemen, ein einfacher Saug-, Griffel- oder Zangen-Fufs, deutlich hermaphroditisch

XXII. XXIte Classe. Räderthiere, *Rotatoria,*

†† keine Räderorgane, kein Schwimmen (äufseres Wirbeln zum Athmen), keine inneren Zitterorgane, viele Füfse oder Arme zum Kriechen, Alle eibildend

XXIII. XXIIte Classe. Seeigel, *Echinodea, = Echinus reliq. Holothuria, Sipunculus*

VI. Traubenthiere, RACEMIFERA (RADIATA).

Verdauungsorgan zertheilt, gabelförmig, sternförmig, baumförmig oder traubenförmig.

(Häufige Selbsttheilung, keine Gliederung oder Scheingliederung.)

α. Strahlige Anordnung der Geschlechtsorgane (und oft aller übrigen).

* Form beständig, strahlig, keine Knospenbildung, keine Selbsttheilung

† Scheingliederung des Körpers, Strahlung durchgehend, Füfse kein Schwimmen

XXIV. XXIIIte Classe. Seesterne, *Asteroidea*

†† Keine Gliederung, Strahlung einseitig oder durchgehend, Organe zum Schwimmen, zuweilen eine dachziegelförmig zusammengesetzte Schwimmblase

XXV. XXIVte Classe. Quallen, *Acalephae.*

** Form unbeständig durch Knospenbildung und Selbsttheilung. Strahlung durchgehend

XXVI. XXVte Classe. Blumenthiere, *Anthozoa excl. Sertularinis, Tubularinis et Corynа*

β. Keine strahlige Anordnung der Geschlechtsorgane

* keine Selbsttheilung, kein Wirbeln äufserer Wimpern beim Erwachsenen, einfacher oder kein Magen, getheilter Darm

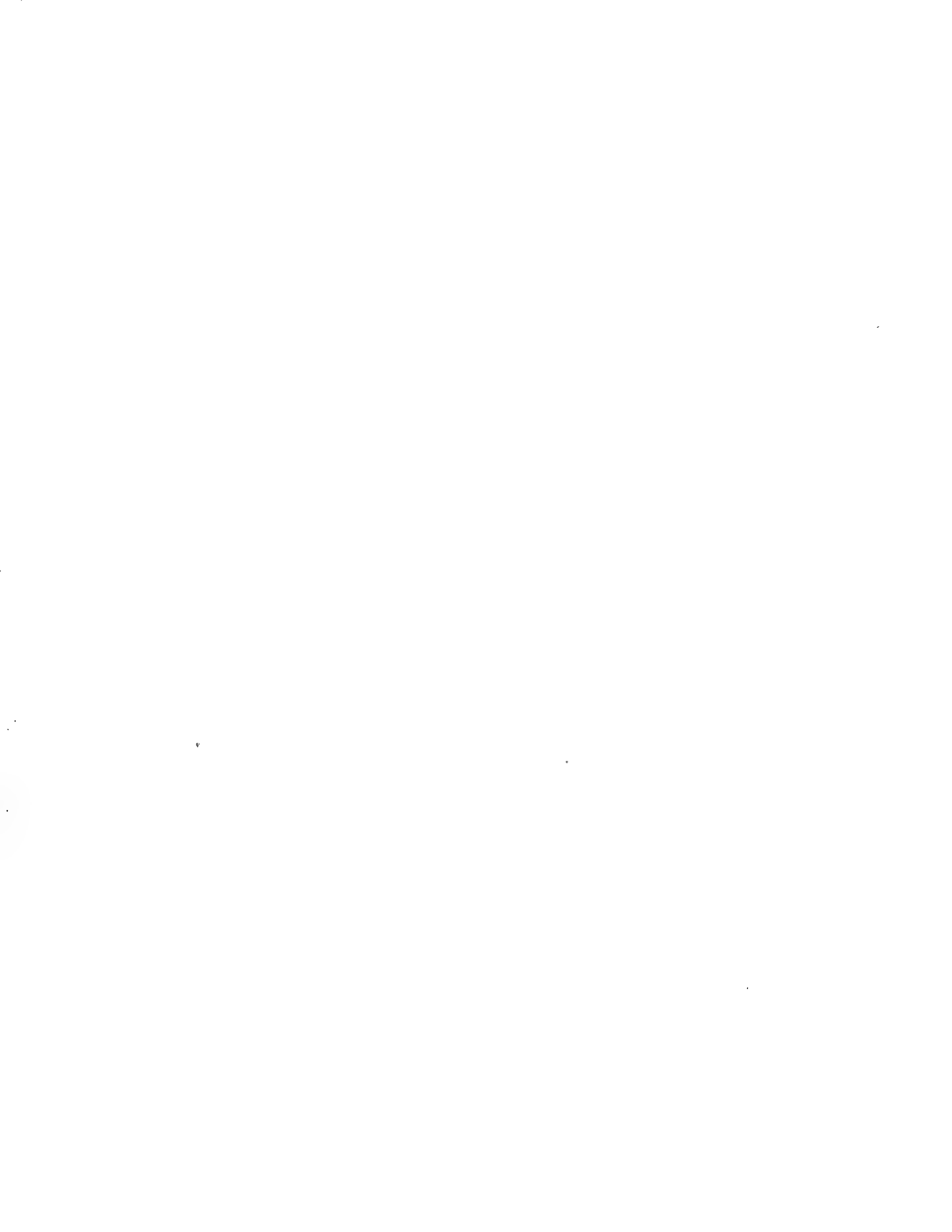
XXVII. XXVIte Classe. Saugwürmer, *Trematodea = Entozoa intestino ramoso (cum Cercozois: Cercaria, Histrionella, Spermatozois reliq.)*

** keine Selbsttheilung, wirbelnde äufsere Wimpern beim Erwachsenen, einfacher oder kein Magen, getheilter Darm

XXVIII. XXVIIte Classe. Plattwürmer, *Complanata = Turbellaria dendrocoela, Typhloplana, Planaria rel.*

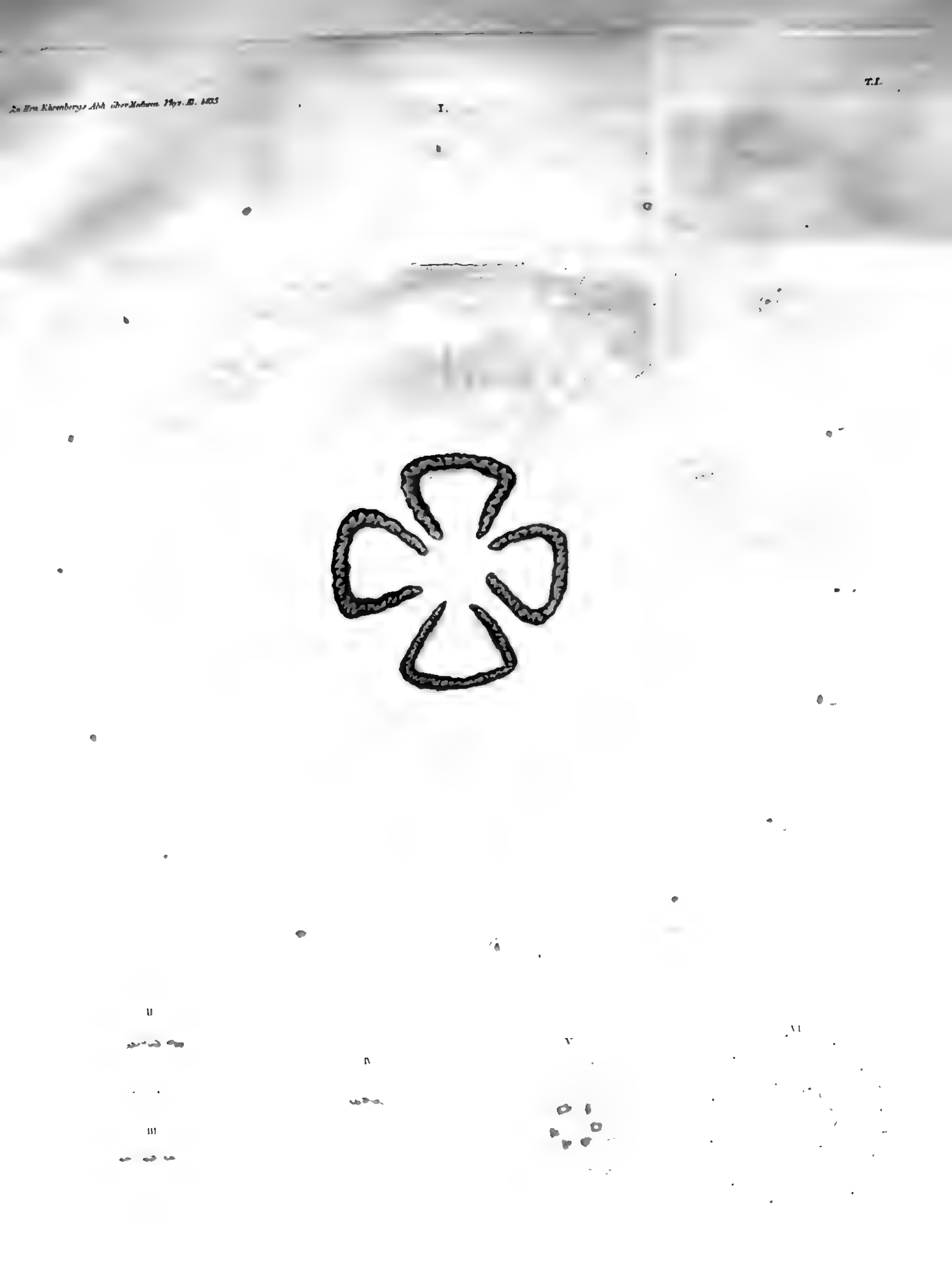
*** Selbsttheilung und Knospenbildung, meist wirbelnde Wimpern, einfacher Darm oder kein Darm, aber viele Magen

XXIX. XXVIIIte Classe. Magenthiere, *Polygastrica = Monas reliq.*



Zu Hrn Ehrenbergs Abh. über Medusen. Phys. Kl. 1835

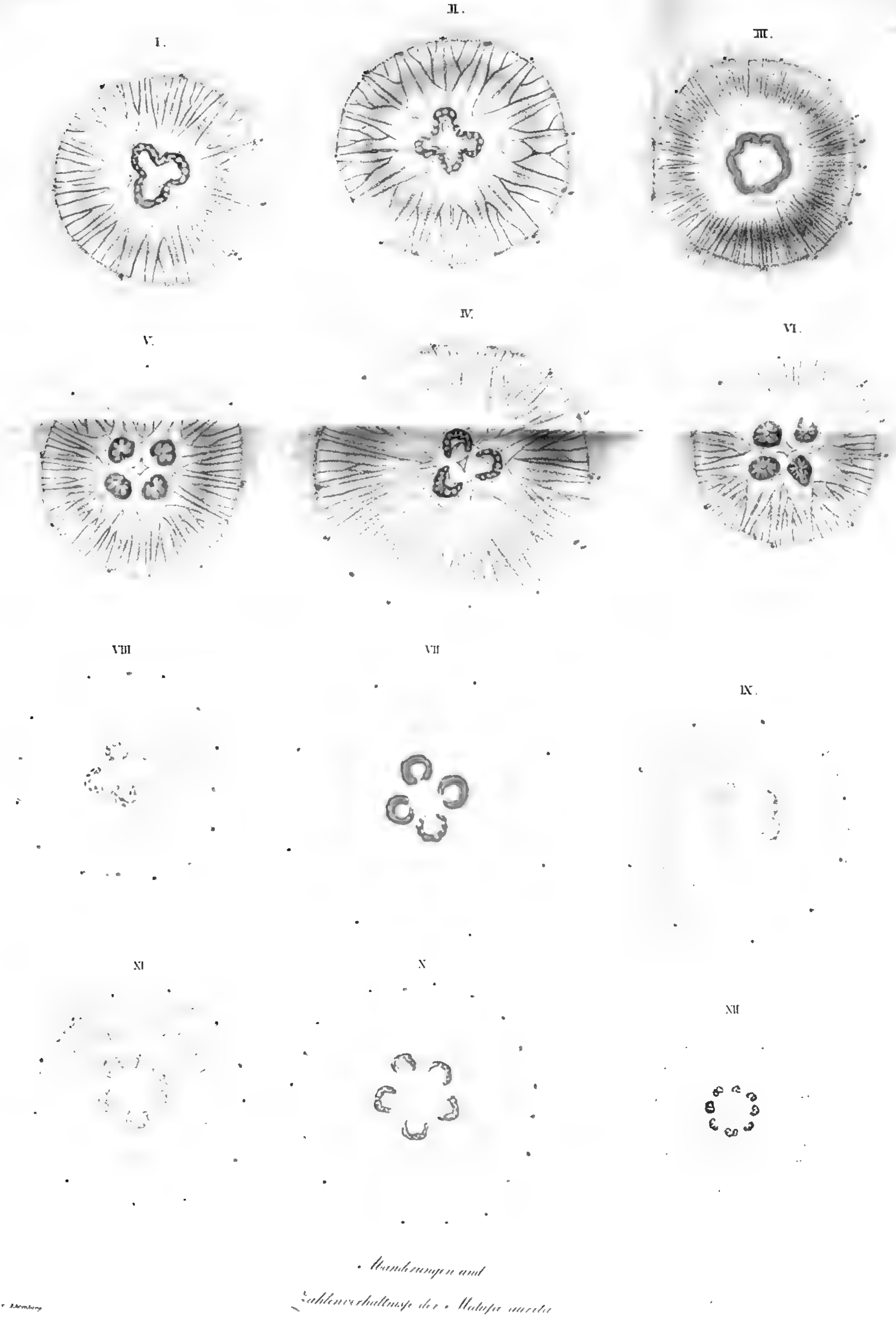
z. v. Ehrenberg


I.
II
III
IV
V
VI





gez. v. Ehrenberg

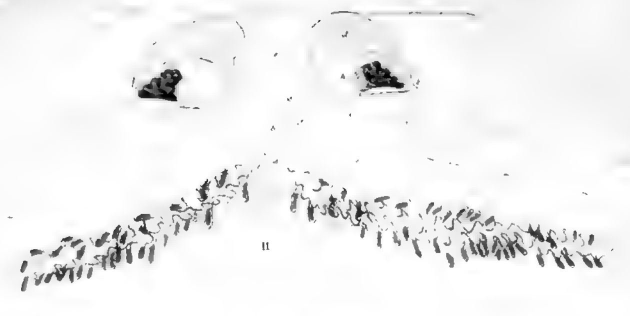


Abänderungen und
Zahlenverhältnisse der Medusa aurita



Zu Hrn. Ehrenbergs Abh. uber Medusen. Phys. Kl. 1835.

I

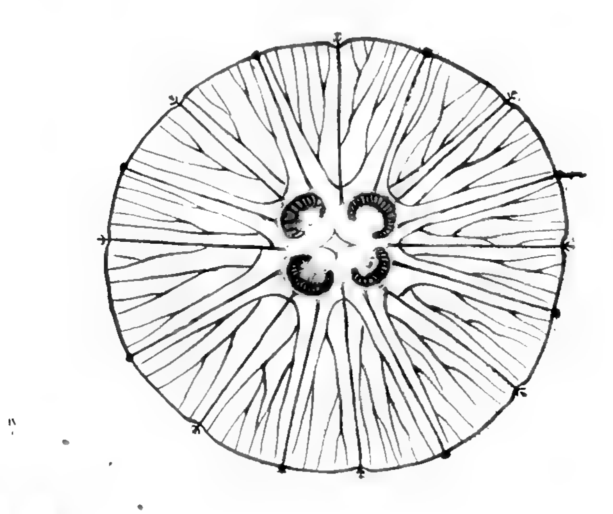


II

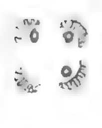


III

V



IV

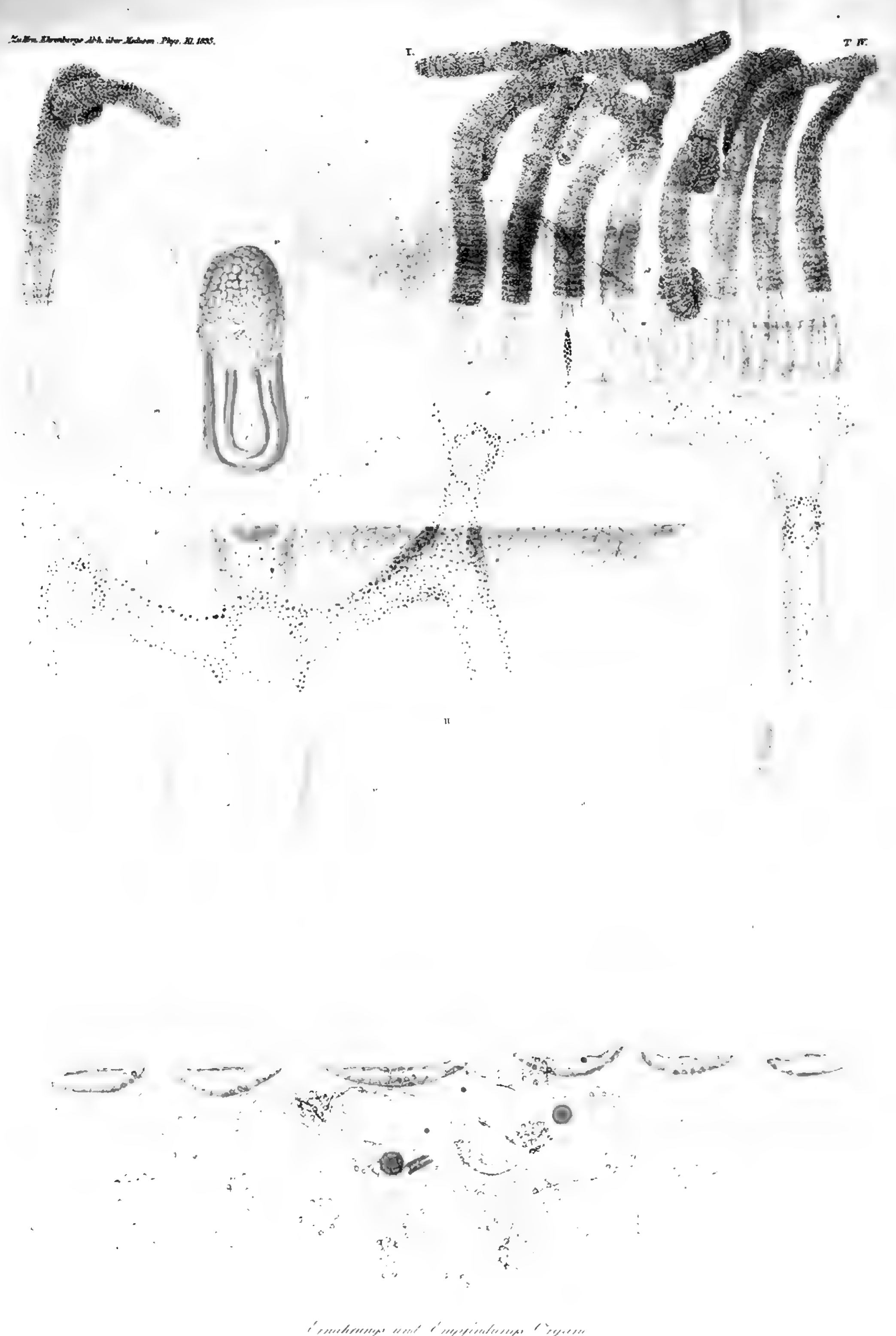




Ernährungs und

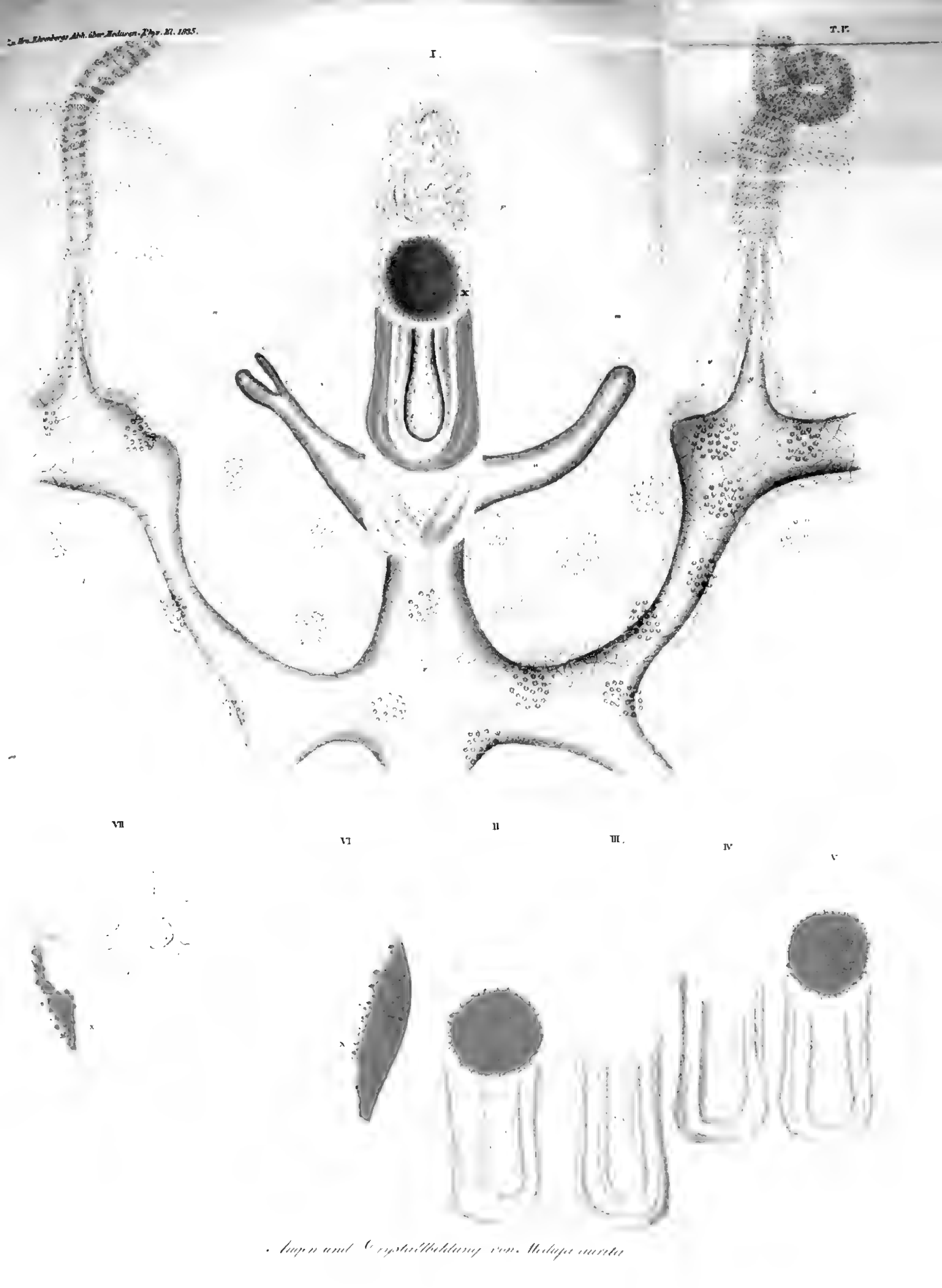
der

gez. von Ehrenberg.



Ernährungs und Empfindungs Organe
der Medusa aurita



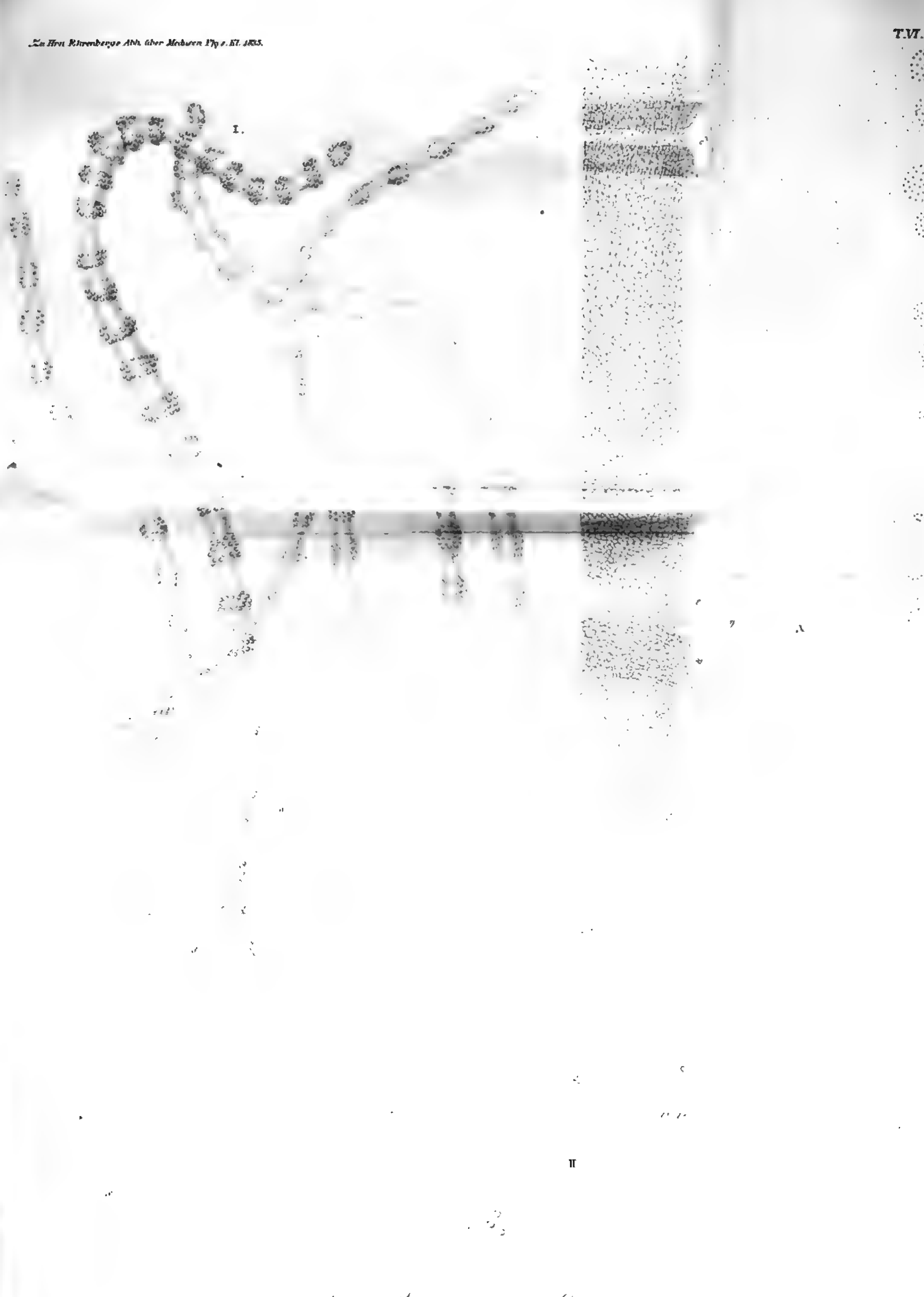


Augen und Crystallbildung von Medusa aurita



Bau d

ez. v. Ehrenberg



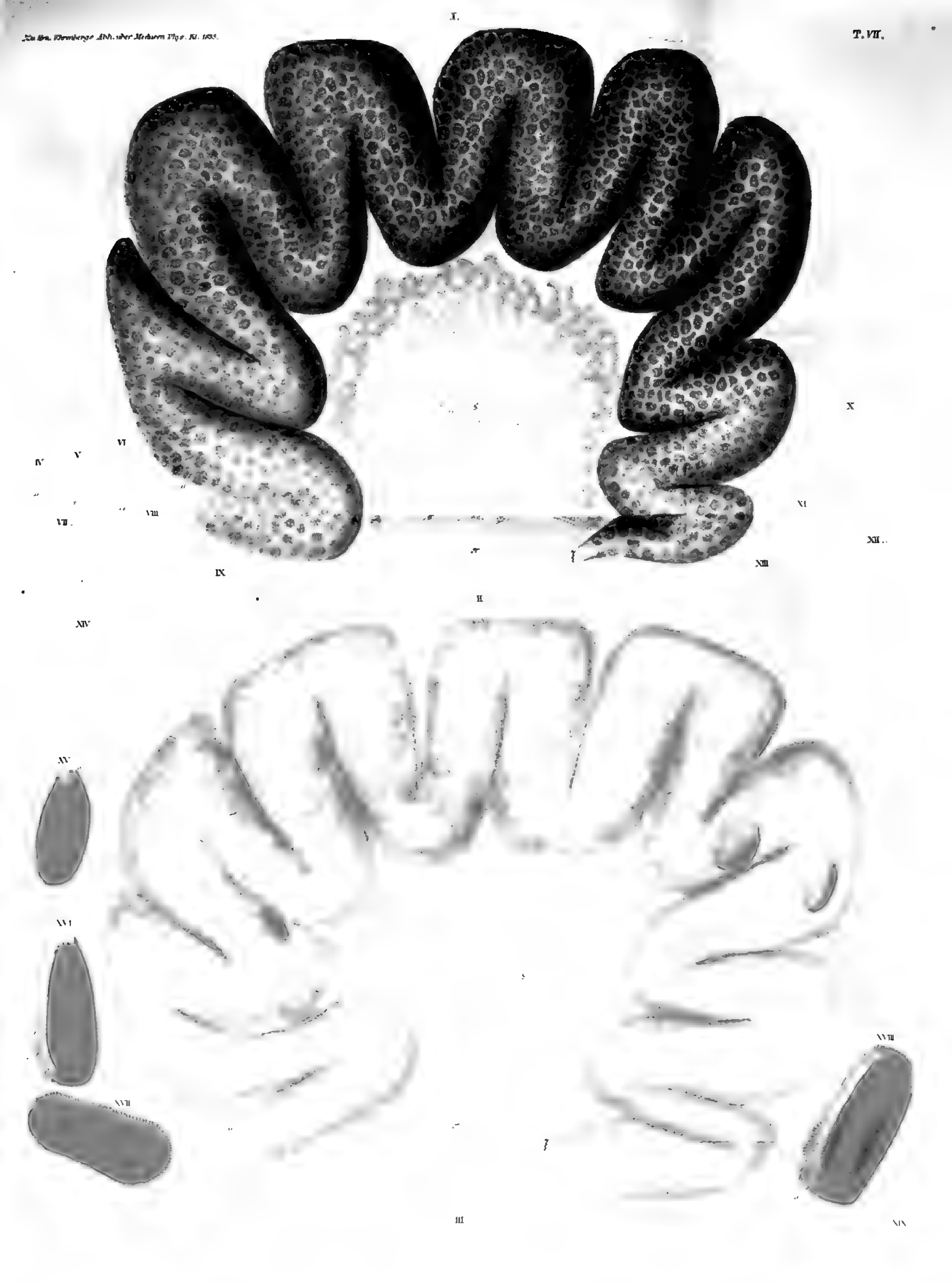
Bau der Randfühler und der Gallertscheibe

der Medusa aurita



[illegible]fortpflanzung

[illegible]



Fortpflanzungs Organismus Ei und Brut
der Medusa aurita




Hrn. Ehrenbergs Abh. über Medusen Phys. Kl. 1835.


I.
VII
V
VI.
XI
X
IV
XII
III
VIII
II
IX



Über

eine versteckte gegenseitige Beziehung zwischen den Krystallsystemen des Feldspathes und des Kalkspathes.

Von

H[rn.] WEISS.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 9. Decbr. 1833, nebst Nachtrag vom 26. Febr. 1835.]

Dafs das Feldspathsystem, wie ich es in den Schriften der Akademie für die Jahre 1816 und 1817 nach seinem Fundamentalverhältnifs $a : b : c = \sqrt{13} : \sqrt{39} : \sqrt{3} = \sqrt{\frac{1}{3}} : 1 : \sqrt{\frac{1}{13}}$ aufgestellt habe, und das System des Haüyschen Kalkspathrhomboëders, wo $s : c = 1 : 1$ ist, beide aus einander krystallonomisch sollten abgeleitet werden können, möchte auf den ersten Anschein wohl die gröfseste Unwahrscheinlichkeit gegen sich haben; und man möchte leicht glauben, dafs, wenn irgend Krystallsysteme gänzlich verschieden und unvereinbar seien, es gewifs auch diese zwei sein werden.

Dem ist aber doch nicht so. Wenn ich die unter ihnen beiden wirklich Statt findende gegenseitige Ableitbarkeit geometrisch darthun werde, so bin ich allerdings weit entfernt, diesem geometrischen Zusammenhang eine reelle physikalische Bedeutung beizulegen und ein Krystallsystem aus beiden zu machen, oder in der Natur die Umgestaltbarkeit der wirklichen Kalkspath- in Feldspathformen, oder umgekehrt zu behaupten; es wird mir vollkommen genügen, meine Aufgabe geometrisch gelöst zu haben; und in dem ganz ungleichartigen physikalischen Werth und Beschaffenheit dessen, was geometrisch gleichartig gedacht werden kann, wird, nach wie vor, die wesentliche Verschiedenheit beider Krystallsysteme begründet erscheinen. Immer aber wird es eine neue, gewifs unerwartete Eigenschaft für das auf-

gestellte Feldspathbild sein, welches sich so unerschöpflich reich an merkwürdigen und interessanten versteckten Eigenschaften und Analogieen längst gezeigt hat: dafs es eine geometrisch gar nicht entfernt liegende Verwandtschaft mit dem Haüy'schen Kalkspathsysteme in sich verbirgt. Und gewifs, wenn je zwei Bilder von Krystallsystemen unabhängig von einander und ohne alle gegenseitige Beziehung aufgefunden oder aufgestellt worden sind, so sind es gewifs die zwei: das des Haüy'schen Kalkspathrhomboëders mit 45° Neigung gegen die Axe, und mein Feldspathbild, $a:b:c = \sqrt{13}:\sqrt{39}:\sqrt{3}$. Der Charakter einer besondern Einfachheit und grofser innern Regelmäfsigkeit ist in dem erstern evident, da für dasselbe gilt $s:c = 1:1$; das zweite in der Form $a:b:c = \sqrt{\frac{1}{3}}:\sqrt{\frac{1}{1}}:\sqrt{\frac{1}{2^2+3^2}}$ besitzt einigermafsen ein solches Gepräge.

Zur Sache. Man denke sich drei Feldspathflächen, $\boxed{\frac{1}{2}a':b:c}$, $\boxed{\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}b:\frac{1}{2}c}$ und $\boxed{a:\frac{1}{7}b':\frac{1}{2}c}$, so werden diese drei nebst den ihnen parallelen zusammen das Haüy'sche Kalkspathrhomboëder ausmachen. Sie sind fürs erste gegen die Axe c alle genau geneigt unter 45°; denn für die erste hat man in Bezug auf diese Neigung,

$$\sin:\cos = \frac{\frac{a}{2}.b}{\sqrt{\frac{a^2}{4}+b^2}}:c = \frac{ab}{\sqrt{a^2+4b^2}}:c$$

also, wenn $a:b:c = \sqrt{13}:\sqrt{39}:\sqrt{3}$,

$$\sin:\cos = \frac{\sqrt{13.39}}{\sqrt{13+4.39}}:\sqrt{3} = \sqrt{3}:\sqrt{3} = 1:1$$

für die zweite,

$$\sin:\cos = \frac{ab}{3.5\sqrt{\left(\frac{a}{3}\right)^2+\left(\frac{b}{5}\right)^2}}:\frac{c}{2} = \frac{ab}{\sqrt{25a^2+9b^2}}:\frac{c}{2};$$

wenn $a:b:c$ die vorigen Werthe haben,

$$= \sqrt{\frac{13.39}{25.13+9.39}}:\sqrt{\tfrac{3}{4}} = \sqrt{\frac{13.13.3}{(25+27)13}}:\sqrt{\tfrac{3}{4}} = \sqrt{\frac{13.3}{52}}:\sqrt{\tfrac{3}{4}} = \sqrt{\tfrac{3}{4}}:\sqrt{\tfrac{3}{4}} = 1:1$$

und für die dritte,

$$\sin : \cos = \frac{a\,b}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{b}{7}\right)^2}} : \frac{c}{2} = \frac{a\,b}{\sqrt{49\,a^2 + b^2}} : \frac{c}{2}$$

$$= \sqrt{\frac{13\,.\,39}{49\,.\,13 + 39}} : \sqrt{\tfrac{3}{4}} = \sqrt{\frac{13\,.\,13\,.\,3}{52\,.\,13}} : \sqrt{\tfrac{3}{4}} = \sqrt{\tfrac{3}{4}} : \sqrt{\tfrac{3}{4}} = 1 : 1$$

Aber die 3 genannten Flächen liegen auch, wie die Flächen eines Rhomboëders liegen müssen, gleichmäfsig um die Axe vertheilt; d. i. ihre 3 Neigungsebnen gegen die Axe schneiden sich unter Azimuthen von je 120°, oder ihre Durchschnitte mit der auf der Axe senkrechten Ebne einander unter je 60°.

Dies wird durch die Construction in fig. 1. leicht erwiesen. Es sei nämlich $A^1C = AC = a = 1$, $CB = CB^1 = b = \sqrt{3}$, oder A^1B^1AB der Rhombus von 120°, $cC = \frac{1}{2}A^1C$, $oC = \frac{1}{3}AC$, $Cp = \frac{1}{5}CB$, $Cq = \frac{1}{7}CB^1$, so sind die Linien cB, op, Aq, die den Flächen $\boxed{\frac{1}{2}a^1 : b : c}$, $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{2}c}$, $\boxed{a : \frac{1}{7}b^1 : \frac{1}{2}c}$ entsprechenden Durchschnitte mit der Ebne der Dimensionen a und b. Man lege die Fläche $\boxed{\frac{1}{2}a^1 : b : c} = \boxed{\frac{1}{4}a : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c}$ durch ut parallel mit eB, so dafs $uC = \frac{1}{2}eC = \frac{1}{4}A^1C$, und $Ct = \frac{1}{2}CB$, so gehen alle drei Flächen gemeinschaftlich durch $\frac{1}{2}c$, und die Linien ut, op, Aq, verlängert, bis sie sich einander schneiden, beschreiben mit ihren Durchschnittspuncten das gleichseitige Dreieck mnr, und zwar so, dafs jede dieser Linien in dem regulären Sechseck A^1DEAFG einer Linie entspricht, aus einer der drei abwechselnden Ecken A, G, D nach der Mitte einer ihr links gegenüberliegenden Seite d, f, t gezogen; hieraus leuchtet ihre symmetrische Lage um den Mittelpunct C und die Axe c vollkommen ein, so dafs es keiner weitern Beweisführung bedarf, dafs das Dreieck mnr ein gleichseitiges ist. Die drei angegebenen Feldspathflächen mit den ihnen parallelen bilden also in aller Strenge das Haüy'sche Kalkspathrhomboëder. Für den Krystallkundigen ist also auch kein Zweifel mehr: dafs sich jede Kalkspathfläche und in jeder ihr zukommenden Wiederholung der gleichartigen [1] sich im Feldspathsysteme ausdrücken läfst, und umgekehrt.

---

[1] Jeder der 3 Ausdrücke $\boxed{\frac{1}{2}a^1 : b : c}$ u. s. w. läfst sich viermal wiederholen, nämlich $\boxed{\frac{1}{2}a^1 : b^1 : c}$, $\boxed{\frac{1}{2}a : b : c}$ und $\boxed{\frac{1}{2}a : b^1 : c}$ und drückt dann 4 nach demselben Ende ge-

Der Gang, auf welchem ich zu diesen Resultaten geleitet wurde, war folgender. Ich stellte mir die Frage: welche 6gliedrigen oder rhomboëdrischen Systeme überhaupt fähig seien, Flächen und zwar Sechsundsechskantnerflächen (= Dreiunddreikantnerflächen im rhomboëdrischen Systeme) in sich zu enthalten, welche gegen die Axe c genau 45° geneigt wären, wie die Fläche des Haüy'schen Kalkspathrhomboëders. Von den Flächen eines Dreiunddreikantners aber liegen bekanntlich 3 abwechselnde jederzeit wie die Flächen eines Rhomboëders regelmäfsig um die Axe herum, und geben zusammen mit den ihnen parallelen jederzeit ein Rhomboëder, das ich ein gedrehtes nenne, als Hälftflächner des Dreiunddreikantners.

Die Formel für die Neigung jeder solcher Fläche gegen die Axe (s. m. Abh. in d. Schr. d. Akad. von 1823. S. 222) ist

$$\sin : \cos = \frac{s}{\sqrt{n^2 - n + 1}} : \gamma c$$

und dieses Verhältnifs gesetzt $= 1 : 1$, führt auf den Werth von n, wenn man die hiedurch gegebene unreine quadratische Gleichung auflöst,

$$n = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{s^2}{\gamma^2 c^2} - \frac{3}{4}} = \frac{1}{2}\left(1 + \sqrt{\frac{4s^2}{\gamma^2 c^2} - 3}\right)$$

n wird also ein krystallonomisch möglicher Werth für ein durch $\frac{s}{c}$ gegebnes rhomboëdrisches oder 6gliedriges System sein, wenn $\sqrt{\frac{s^2}{\gamma^2 c^2} - \frac{3}{4}}$ oder (da für γc hier c gesetzt, d. i. γc unmittelbar für die Axe des gesuchten Systems angesehen werden kann) wenn $\sqrt{\frac{s^2}{c^2} - \frac{3}{4}}$ eine Rationalzahl, also $\frac{s^2}{c^2} - \frac{3}{4}$ oder $\frac{4s^2}{c^2} - 3$ das Quadrat einer solchen ist [1].

Unter den so ausgemittelten Verhältnissen $\frac{s}{c}$ oder $\frac{s}{\gamma c}$ fanden sich gar bald zwei, nämlich $\frac{s}{\gamma c} = \sqrt{13}$, und $\frac{s}{\gamma c} = \sqrt{\frac{39}{4}}$, von denen es nicht schwer war

---

neigte gleichartige Flächen (eines Rhomben-Octaëders), alle drei daher in diesen Wiederholungen 12 gegen dasselbe Ende gleich geneigte Flächen, d. i. die gegen dasselbe Ende geneigten Flächen eines Sechsundsechskantners vollständig aus, dessen Viertelflächner, oder Hälftflächner eines Dreiunddreikantners das construirte gedrehte Rhomboëder ist.

[1] Es ist eben so leicht zu sehen, dafs die Bedingung des gleichen Zusammenhanges eines 6gliedrigen (oder rhomboëdrischen) Systems mit dem regulären die ist: dafs $\frac{2s^2}{\gamma^2 c^2} - \frac{3}{4}$ oder $\frac{8s^2}{\gamma^2 c^2} - 3$ das Quadrat einer Rationalzahl sein mufs.

zu bemerken, dafs $\sqrt{13} = \frac{b}{c}$ des Feldspathsystems, und $\sqrt{\frac{39}{4}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{a}{c}$ wiederum des Feldspathsystems war. Der Feldspath besitzt aber bekanntlich unter der Voraussetzung, dafs seine Säule genau 120°, oder sein $a : b = 1 : \sqrt{3}$ ist, die allgemeine geometrische Vergleichbarkeit mit einem 6gliedrigen und rhomboëdrischen Systeme.

Für das Verhältnifs $\frac{s}{\gamma c} = \sqrt{\frac{39}{4}}$ gab die obige Formel $n = \frac{7}{2}$;

für $\frac{s}{\gamma c} = \sqrt{13}$ gab sie $n = 4$;

und nun bedurfte es nur der Anwendung der allgemeinen Methode [1], um aus beiden Zeichen für die Fläche

$$\boxed{\begin{array}{c} \gamma c \\ a : \frac{2}{7}a : \frac{2}{5}a \\ \frac{4}{9}s : \frac{1}{3}s : \frac{4}{3}s \end{array}} \quad \text{oder} \quad \boxed{\begin{array}{c} \gamma c \\ a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a \\ \frac{2}{5}s : \frac{2}{7}s : s \end{array}}$$

die Werthe in den Feldspathdimensionen a, b, c für die drei gesuchten gleichartigen Flächen abzuleiten.

Wenn wir das Sechseck $A'DEAFG$ als das der Lateralkanten eines Dihexaëders betrachten, dessen $a = AC$ der Figur u. s. f., so haben wir für eine Linie, wie Ad, Gf, Dt den Ausdruck

$$\boxed{\begin{array}{c} \cdots \\ a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a \\ \frac{2}{5}s : \frac{2}{7}s : s \end{array}}$$

---

[1] Vgl. die Abh.: „Grundzüge der Theorie der Sechsundsechskantner und Dreiunddreikantner," in den Schriften der phys. Kl. d. Ak. d. Wiss. für 1822 u. 1823. S. 217 u. fgg., wo das allgemeine Zeichen

$$\boxed{\begin{array}{c} \gamma c \\ a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{n-1}a \\ \frac{2}{n+1}s : \frac{2}{2n-1}s : \frac{2}{n-2}s \end{array}}$$

entwickelt worden ist.

Die Linie Dt zeigt unmittelbar, dafs (ihr $1a$ in CD genommen) in dem zweiten a unseres Zeichens, d. i. in CA', ihr der Werth $\frac{1}{4}a$, d. i. $Cu = \frac{1}{4}CA'$ zukommt, in dem darauf rechtwinklichen Ct aber, d. i. in dem dritten s der geschriebenen Formel, das Stück $1s$ selbst, d. i. $Ct = \frac{1}{2}CB$; das Zeichen in Beziehung auf die Feldspathdimensionen, wo $CA' = a'$, $CB = b$, drückte dies durch $\boxed{\frac{1}{4}a' : \frac{1}{2}b : \ldots}$ unmittelbar aus.

In gleicher Weise thut die Linie Gf dar, dafs, ihr $1a$ in CG genommen, in dem dritten a von da aus gezählt, d. i. in CA, ihr das $\frac{1}{3}a$ unseres Zeichens, d. i. der Werth $Co = \frac{1}{3}CA$ zukommt, in dem auf diesem rechtwinklichen CB, d. i. in dem zuerst geschriebenen s unseres Zeichens aber das Stück $Cp = \frac{2}{5}Ct = \frac{1}{5}CB$; beides drückte unser Zeichen $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b \ldots}$ in Beziehung auf die Feldspathdimensionen aus, für welche $CB = b$, $CA = a$ war.

Die Linie Ad endlich zeigt, wie das auf dem ersten a, d. i. auf AC senkrechte Stück Cq der Linie CB' oder Cs' das $\frac{2}{7}s$ unseres Zeichens ist, oder den Werth hat $= \frac{2}{7}Cs = \frac{1}{7}CB'$, daher wir sie in Beziehung auf die Feldspathdimensionen $\boxed{a : \frac{1}{7}b' : \ldots}$ geschrieben haben.

Das Perpendikel aber, aus C auf die von $\frac{1}{4}a'$ nach $\frac{1}{2}b$, oder von $\frac{1}{3}a$ nach $\frac{1}{5}b$, oder von a nach $\frac{1}{7}b'$ gezogene Linie, ist $= \frac{1}{2}c$ der Feldspathdimension c; die Fläche wird also 45° gegen die Feldspathaxe c geneigt sein, wenn sie, durch eine jener Linien gelegt, zugleich durch $\frac{1}{2}c$ geht.

Die drei Feldspathflächen $\boxed{\frac{1}{4}a' : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c}$, $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{2}c}$ und $\boxed{a : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{2}c}$ lösen sich sonach in die ihnen gemeinschaftliche dihexaëdrische Form $\boxed{a : \frac{1}{4}a : \gamma c}$ auf; jede einzelne giebt eins der drei a des Zeichens

$$\boxed{\begin{array}{c} a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a \\ \frac{2}{5}s : \frac{2}{7}s : s \end{array}}$$

mit dem auf ihnen rechtwinklichen s, letzteres im Werthe von $b = 2s$ ausgedrückt, an.

Es ist bemerkenswerth, dafs die Form $\boxed{a : \frac{1}{4}a : \ldots}$ von der gröfsten Einfachheit ist; sie findet sich überdem identisch unter andern mit der,

welche der gewöhnlichsten Trapezfläche des Quarzes zukommt (Abhandl. d. phys. Kl. d. Akad. d. W. aus d. J. 1816 u. 1817. S. 320. 323. u. f.; vgl. den Band v. d. J. 1822 u. 1823. S. 251.) und der ihr entsprechenden im Kalkspathsystem (vgl. Taf. I. der letztgenannten Abhandlung, *B. a.* 1.). Selbst wenn wir den Coefficienten von c ganz im Sinne des Feldspathsystems mit berücksichtigen, so finden wir den Ausdruck der Fläche $\boxed{\frac{\frac{1}{2}c}{a:\frac{1}{4}a:\ldots}}$ vollkommen wieder als identisch mit derjenigen Kalkspathfläche, welche wir in der ebengenannten Tafel unter *A. a.* 5. aufgeführt haben, d. i. mit der Monteiro'schen Kalkspathfläche $\overset{3}{D}=\lambda$ bei Haüy.

Dafs übrigens der nämliche so einfache Ausdruck auch aus dem anderen, welchen man für eine Fläche mit genau 45° Neigung gegen die Axe, bei $\frac{s}{\gamma c}=\sqrt{\frac{39}{4}}$, erhält, nämlich aus dem Ausdruck $\boxed{\frac{\gamma c}{a:\frac{2}{7}a:\frac{2}{5}a}}$ folge, das macht die Fig. 2. deutlicher, in welcher das um das vorige umschriebene Sechseck $HIKLMN$ dasjenige ist, auf welches der Ausdruck der Fläche $a:\frac{2}{7}a:\ldots$ u. s. f. sich bezieht, und dessen $s=$ dem a des kleineren Sechsecks $=A'C\ldots$ u. s. f., dessen a aber $=CH=CN$ u. s. f. $=\frac{4}{3}Ct=\frac{4}{3}s$ des kleineren Sechsecks ist. Man ziehe z. B. Nl so, dafs $Cl=\frac{4}{3}CD$, so entspricht sie dem Ausdruck

$$\boxed{\begin{matrix} a:\frac{2}{7}a:\frac{2}{5}a \\ \frac{4}{9}s:\frac{1}{3}s:\frac{4}{3}s \end{matrix}}.$$

Es ist nämlich, $CN=a$ gesetzt, $Ch=\frac{2}{7}CH$, $Ci=\frac{2}{5}CI$, $Cg=\frac{4}{9}CG$, $Cv=\frac{1}{3}CA'$ und $Cl=\frac{4}{3}CD$.

Man ziehe nun die mit Nl parallele Linie Dt, wie in Fig. 1., so ist (so wie $CD=\frac{3}{4}Cl$, $Ct=\frac{3}{4}CN$,) so auch $Cu=\frac{3}{4}Cv=\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{3}CA'=\frac{1}{4}CA'=\frac{1}{4}a$ im Sinne des kleineren Sechsecks; eben so $Cw=\frac{3}{4}Cg=\frac{3}{4}\cdot\frac{4}{9}CG=\frac{1}{3}CG=\frac{1}{3}a$. Ferner $Cx=\frac{3}{4}Ci=\frac{3}{4}\cdot\frac{2}{5}CI=\frac{2}{5}Cd=\frac{2}{5}s$ des kleineren Sechsecks; $Cy=\frac{3}{4}Ch=\frac{3}{4}\cdot\frac{2}{7}CH=\frac{2}{7}Cz=\frac{2}{7}s$ im nämlichen Sinne, Ct endlich $=s$ selbst.

Und somit ist vollständig klar, dafs die Richtung, im gröfseren Sechseck ausgedrückt durch

$$\boxed{\begin{matrix} a : \frac{2}{7}a : \frac{2}{5}a \\ \frac{4}{9}s : \frac{1}{3}s : \frac{4}{3}s \end{matrix}},$$

identisch ist mit der Richtung, welche in Bezug auf das kleinere Sechseck ausgedrückt wird durch

$$\boxed{\begin{matrix} a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a \\ \frac{2}{5}s : \frac{2}{7}s : s \end{matrix}}$$

Wir haben hierbei in einem speciellen Falle eine Aufgabe gelöst, welche in gröfserer Allgemeinheit zu lösen für die Behandlung 6gliedriger Systeme nicht ohne Interesse ist, nämlich einen gegebenen Flächenausdruck in den entsprechenden eines Dihexaëders entgegengesetzter Ordnung zu übersetzen; denn die zwei Sechsecke der Fig. 2. entsprechen denen der Lateralkanten der Dihexaëder entgegengesetzter Ordnungen eines und desselben Systems. Die allgemeine Auflösung der Aufgabe ist: Es sei gegeben die Fläche in dem einen System als

$a : \frac{1}{n}a :$ u. s. f. und werde gesucht in dem andern

als $a' : \frac{1}{n}a' :$ u. s. f. so findet sich

$$n' = \frac{2n-1}{n-2} \text{ [1]}$$

Dies giebt jede der Proportionen, wie sie in Fig. 2. klar sind; z. B.

$$a : \frac{a}{n} = \frac{2s'}{n'-2} : \frac{2s'}{2n'-1} \text{ giebt}$$

---

[1] Es ist dies dieselbe Gleichung, welche in der Abh. über die Sechsundsechs- und Dreiunddrei-Kantner vorkam (s. d. Schr. d. Ak. f. 1822 u. 23. S. 221). Wir nannten da m, was hier n' geschrieben ist. Der Grund der Gleichheit der Formel, die aus beiden Betrachtungen hervorgeht, ist auch leicht zu finden.

$n(n'-2) = 2n'-1$, also $n = \frac{2n'-1}{n'-2}$, welches sich auch auflösen läfst in

$$n' = \frac{2n-1}{n-2} \quad (^1).$$

Oder $\frac{a}{n-1} : a = \frac{2}{n'+1} s' : \frac{2}{n'-2} s'$ giebt

$$n'+1 = (n-1)(n'-2) = nn' - 2n - n' + 2$$

$$2n' = nn' - 2n + 1$$

$$2n - 1 = (n-2)n', \text{ also } n' = \frac{2n-1}{n-2}$$

Oder auch $\frac{2}{n-2} s : a = a' : \frac{2}{n'-2} s'$, giebt

$\frac{aa'}{ss'} = \frac{4}{(n-2)(n'-2)}$. Aber $\frac{a}{s} = \frac{a'}{s'} = \sqrt{\frac{4}{3}}$; also $\frac{aa'}{ss'} = \frac{4}{3} = \frac{4}{(n-2)(n'-2)}$, d. i.

$(n-2)(n'-2) = 3$, oder $nn' - 2n' - 2n + 4 = 3$; $n'(n-2) = 2n-1$,

und $n' = \frac{2n-1}{n-2}$, wie vorhin.

Der entsprechende Werth in c' aber wird ausgedrückt sein durch $\gamma' c'$ allgemein nach der Formel

$$\frac{\gamma' c'}{a'} = \frac{\gamma c}{s} \cdot \frac{n-2}{2}, \text{ oder auch}$$

$$\frac{\gamma' c'}{s'} = \frac{\gamma c}{a} \cdot \frac{2}{n'-2} \quad (^2).$$

---

(1) Denn aus $n(n'-2) = 2n'-1$, d.i. $nn' - 2n = 2n' - 1$ folgt $(n-2)n' = 2n-1$, also $n' = \frac{2n-1}{n-2}$.

(2) Dafs diese beiden Ausdrücke, welche sich aus den Proportionen ergeben $\frac{2}{n-2} s : \gamma c = a' : \gamma' c'$, und $a : \gamma c = \frac{2}{n'-2} s' : \gamma' c'$, gegenseitig aus einander folgen, findet man, wenn man fürs erste statt $\frac{c'}{s'}$, wie jederzeit geschehen kann, setzt $\frac{c'}{a'} \cdot \sqrt{\frac{3}{4}}$, und statt $\frac{c}{a}$ eben so $\frac{c}{s} \cdot \sqrt{\frac{4}{3}}$; dann hat man zunächst statt der zweiten Formel diese, $\frac{\gamma' c'}{a'} = \frac{4}{3} \cdot \frac{\gamma c}{s} \cdot \frac{2}{n'-2}$

Wenn, wie in dem einen Beispiel oben, das $\frac{c}{s}$ der Fläche $\boxed{\overset{c}{a : \frac{2}{7}a : \ldots}}$ (wo also $\gamma = 1$) zu übersetzen war in die Feldspathdimensionen $\frac{c'}{a'}$, so daſs $\frac{2}{3} \cdot \frac{c'}{a'} = \frac{c}{s}$, (vgl. S. 265. Z. 1.) so erhält man nach der ersteren Formel $\gamma' = \frac{2}{3} \cdot \frac{n-2}{2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} = \frac{1}{2}$; aber $n' = \frac{2 \cdot \frac{7}{2} - 1}{\frac{7}{2} - 2} = 4$; und so haben wir das vollständige Zeichen

$$\boxed{\begin{array}{c} \frac{1}{2}c \\ a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a \\ \frac{2}{5}s : \frac{2}{7}s : s \end{array}}$$

Nun löst man n' in n auf, so ist $n' - 2 = \frac{2n - 1 - 2n + 4}{n-2} = \frac{3}{n-2}$, also $\frac{2}{n'-2} = \frac{2}{3}(n-2)$. Jetzt hat man $\frac{\gamma' c'}{a'} = \frac{3}{4} \cdot \frac{\gamma c}{s} \cdot \frac{2}{3}(n-2) = \frac{\gamma c}{s} \cdot \frac{n-2}{2}$, wie in der ersten Formel.

Auch die Gleichung, auf welche die Proportion führt, $\frac{a}{n-1} : \gamma c = \frac{2}{n'+1} s' : \gamma' c'$, d. i. $\frac{\gamma' c'}{s'} = \frac{\gamma c}{a} \cdot \frac{2(n-1)}{n'+1}$ ist mit der zweiten identisch; denn $n' + 1 = \frac{2n - 1 + n - 2}{n-2} = \frac{3n-3}{n-2} = \frac{3(n-1)}{n-2}$; also $\frac{2(n-1)}{n'+1} = \frac{2}{3}(n-2) = \frac{2}{n'-2}$.

Eben so ist die aus der Proportion $\frac{2}{2n-1} s : \gamma c = \frac{a'}{n'} : \gamma' c'$ sich ergebende Gleichung $\frac{\gamma' c'}{a'} = \frac{\gamma c}{s} \cdot \frac{2n-1}{2n'}$ identisch mit der ersten; denn $\frac{2n-1}{n'} = n-2$; also $\frac{2n-1}{2n'} = \frac{n-2}{2}$.

Will man auch noch die aus den zwei übrigen Proportionen sich ergebenden Gleichungen mit den obigen vergleichen, so giebt die Proportion $\frac{a}{n} : \gamma c = \frac{2}{2n'-1} s' : \gamma' c'$ die Gleichung $\frac{\gamma' c'}{s'} = \frac{\gamma c}{a} \cdot \frac{2n}{2n'-1}$. Aber $2n' - 1 = \frac{4n - 2 - n + 2}{n-2} = \frac{3n}{n-2}$; und $\frac{2n}{2n'-1} = \frac{2}{3}(n-2)$, wie vorhin.

Die Proportion $\frac{2}{n+1} s : \gamma c = \frac{a'}{n'-1} : \gamma' c'$ endlich giebt die Gleichung $\frac{\gamma' c'}{a'} = \frac{\gamma c}{s} \cdot \frac{n+1}{2(n'-1)}$. Aber $n' - 1 = \frac{2n - 1 - n + 2}{n-2} = \frac{n+1}{n-2}$; folglich $\frac{n+1}{2(n'-1)} = \frac{n-2}{2}$, wie vorher.

Alle diese sechs Proportionen sind mit Hülfe der Fig. 2. leicht anschaulich, in Bezug auf welche sie heiſsen

$$\begin{aligned} Cl &: \gamma c = CD : \gamma' c' \\ CN &: \gamma c = Ct : \gamma' c' \\ Ci &: \gamma c = Cx : \gamma' c' \\ Co &: \gamma c = Cu : \gamma' c' \\ Ch &: \gamma c = Cy : \gamma' c' \\ Cg &: \gamma c = Cw : \gamma' c' \end{aligned}$$

wobei wir nur die Accente der Buchstaben wieder weglassen, die wir vorhin blos zur Unterscheidung gebrauchten.

Bekanntlich ist in dem wirklichen Kalkspathrhomboëder die Dimension c ein wenig kürzer, als im Haüy'schen, d. i. die Neigung der Fläche gegen die Axe ein wenig über 45°. Käme es darauf an, auch für ein so zu corrigirendes Kalkspathrhomboëder die obige Analogie mit dem Feldspathsystem zu verfolgen, so würde das letztere durchaus gleichen Schritt mit jenem halten, wenn man die Axe c des Feldspathsystems in dem gleichen Verhältnisse verkürzte. So lange nur dem Feldspath die gleichwinkliche sechsseitige Säule, in Folge der geschobnen symmetrischen von 120° bliebe, würde auf diesem Wege das Feldspathsystem immer in das Kalkspathsystem transformirbar bleiben, und umgekehrt.

Nachtrag.

Die obige Vergleichung zwischen dem Feldspathsystem $a : b : c = \sqrt{\frac{1}{3}} : 1 : \sqrt{\frac{1}{13}}$ und dem Systeme des Haüy'schen Kalkspathrhomboëders $s : c = 1 : 1$ läfst sich übrigens noch aus einem andern Gesichtspuncte entwickeln.

Wenn man im Feldspathsystem eine Fläche, welche die Eigenschaft haben soll, wie die des Haüy'schen Kalkspathrhomboëders, die Axe c genau unter 45° zu schneiden, sich unter der allgemeinen Form $\boxed{\frac{a}{m} : \frac{b}{n} : c}$ vorstellt, und hat $a : b : c = \sqrt{\frac{1}{3}} : 1 : \sqrt{\frac{1}{13}}$, so führt dies auf die Gleichung $3m^2 + n^2 = 13$ [1]; und eine Feldspathfläche wird eine krystallonomisch mögliche sein, wenn die Werthe von m und n rationelle Gröfsen sind und zugleich dieser Bedingung entsprechen. Fast der erste Blick auf die Gleichung lehrt schon, dafs dies der Fall ist, wenn $m = 2$ und $n = 1$, d. i. wenn die Fläche $= \boxed{\frac{1}{2}a : b : c}$. Der Bedingung wird aber auch genügt, wenn $m = \frac{3}{2}$ und $n = \frac{5}{2}$; denn $3 \cdot \frac{9}{4} + \frac{25}{4} = \frac{52}{4} = 13$; oder wenn $m = \frac{1}{2}$ und $n = \frac{7}{2}$; den $3 \cdot \frac{1}{4} + \frac{49}{4} = \frac{52}{4} = 13$; also wenn die Flächen die Werthe haben $\boxed{\frac{2}{3}a : \frac{2}{5}b : c} = \boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{2}c}$ und $\boxed{2a : \frac{2}{7}b : c} = \boxed{a : \frac{1}{7}b : \frac{1}{2}c}$.

Dafs aber die drei Flächen $\boxed{\frac{1}{2}a' : b : c}$, $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{2}c}$ und $\boxed{a : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{2}c}$ um die Axe c so herum liegen, dafs ihre Neigungsebnen gegen dieselbe einander unter Azimuthen von je 120° schneiden, also wie die Flächen eines Rhomboëders, ist oben erwiesen worden.

Es leuchtet aus diesem Resultate schon ein, dafs alle und jede Flächen und Formen des Kalkspathsystems krystallonomisch mögliche im Feldspathsysteme seien und umgekehrt. Will man indefs diesen Satz für irgend ein

---

[1] Es wird nämlich das Perpendikel, aus dem Schneidungspunct der drei Axen a, b, c auf die Linie von $\frac{a}{m}$ nach $\frac{b}{n}$ gefällt, $= c$, also $\frac{ab}{\sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2}} = c$, d. i. $\frac{1}{\sqrt{n^2 + 3m^2}} = \sqrt{\frac{1}{13}}$, $n^2 + 3m^2 = 13$.

Beispiel, z. E. für die Flächen des gewöhnlichen Dreiunddreikantners (*Trimerocraspedon's* [1]) am Kalkspath, d. i. für sein $\boxed{\overset{c}{a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} a}}$ verfolgen, so dürfte das, wenn auch nur für die Anwendung der allgemeinen Methode, doch von einigem Interesse sein, und man wird zum Resultate erhalten, dafs folgende sechs Flächen des Feldspathsystems: $\boxed{\frac{1}{3} a : \frac{1}{8} b' : c}$, $\boxed{\frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c}$, $\boxed{a' : \frac{1}{19} b' : \frac{1}{2} c}$, $\boxed{\frac{1}{11} a' : b' : \frac{1}{2} c}$, $\boxed{\frac{1}{9} a' : \frac{1}{11} b : \frac{1}{2} c}$ und $\boxed{\frac{1}{5} a : \frac{1}{17} b : \frac{1}{2} c}$, oder die mit den umgekehrten Accenten von a und b, zusammen die Form des ebengenannten Dreiunddreikantners am Kalkspath geben werden.

Verfolgen wir den eben betretenen Weg, und suchen für eine Feldspathfläche $\boxed{\frac{1}{m} a : \frac{1}{n} b : c}$ die Eigenschaft, dafs sie gegen die Axe c geneigt sein solle, wie die Kalkspathfläche $\boxed{\overset{c}{a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} a}}$ es gegen die rhomboëdrische Axe ist, so kommen wir zu der Gleichung $3m^2 + n^2 = 7 \cdot 13 = 91$; denn es mufs werden $\frac{a\,b}{\sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2}} : c = 1 : \sqrt{7}$, weil beim Kalkspath nach der allgemeinen Formel für die Neigung einer Fläche

$$\boxed{\overset{\gamma c}{a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n-1} a}}$$

gegen die Axe, $\sin : \cos = \frac{s}{\sqrt{n^2 - n + 1}} : \gamma c$ [2], diese Formel, wenn, wie hier, $s = c$, $n = 3$, und $\gamma = 1$, wird, $\sin : \cos = \frac{1}{\sqrt{7}} : 1 = 1 : \sqrt{7}$. Also bei den

---

[1] Dreiunddreikantner, Vierundvierkantner, Sechsundsechskantner (lat. *solidum ternomarginatum, quaternomarginatum, senomarginatum*), werden mit einem griechischen Ausdruck, welchem also der Vortheil nicht abgeht, in alle lebenden Sprachen übergehen zu können, am füglichsten *Trimerocraspedon, Tetramerocraspedon, Hexamerocraspedon,* assonirend an Parallelepipedon, übersetzt werden können. Ich würde, um der Kürze willen, vorziehen: *Trimerogramm, Tetramerogramm, Hexamerogramm,* wenn nicht, nach der Analogie von Parallelogramm, schicklich nur eine Fläche mit diesem Namen bezeichnet werden dürfte; also wird das dreiunddreiwinkliche Sechseck, das vierundvierwinkliche Achteck, das sechsundsechswinkliche Zwölfeck richtiger mit den Namen *Trimerogramm, Tetramerogramm, Hexamerogramm* zu belegen sein. Der später von andern Schriftstellern für Dreiunddreikantner eingeführte Name Scalenoëder ist offenbar weit weniger bezeichnend, als Dreiunddreikantner; denn mit ganz gleichem Rechte würde er auch für den Vierundvierkantner, den Sechsundsechskantner und das Rhombenoctaëder (Zweiundzweikantner, wenn man will, *Dimerocraspedon*), ja eben so gut auch für das Hexakisoctaëder und das Hexakistetraëder des regulären Systems gebraucht werden können. Neuere Namen sollten bessere sein.

[2] S. die Abhandl. d. Akad. für 1823. p. 222. §. 5.

obigen Feldspathwerthen für a, b, c, $\frac{1}{\sqrt{n^2 + 3\,m^2}} : \sqrt{\frac{1}{13}} = 1 : \sqrt{7}$; folglich $n^2 + 3\,m^2 = 7 \,.\, 13 = 91$, wie vorhin.

Man sieht, dafs alle 6 obigen Feldspathflächen diese Eigenschaft besitzen; denn

$$8^2 + 3 \,.\, 3^2 = 64 + 27 = 91;$$
$$4^2 + 3 \,.\, 5^2 = 16 + 75 = 91;$$
$$\left(\frac{19}{2}\right)^2 + 3 \,.\, \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{361 + 3}{4} = \frac{364}{4} = 91;$$
$$\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 3 \,.\, \left(\frac{11}{2}\right) = \frac{1 + 3 \,.\, 121}{4} = \frac{1 + 363}{4} = 91;$$
$$\left(\frac{11}{2}\right)^2 + 3 \,.\, \left(\frac{9}{2}\right)^2 = \frac{121 + 3 \,.\, 81}{4} = \frac{121 + 243}{4} = 91; \text{ und}$$
$$\left(\frac{17}{2}\right)^2 + 3 \,.\, \left(\frac{5}{2}\right)^2 = \frac{289 + 75}{4} = \frac{364}{4} = 91.$$

Den vollständigen Beweis aber, dafs die 6 genannten Flächen es sind, welche den Dreiunddreikantner $\boxed{\overset{c}{a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a}}$ zusammen geben, wenn die 3 erstgenannten Feldspathflächen $\boxed{\frac{1}{2}a : b : c}$ u.s.f. den Rhomboëderflächen $\boxed{\overset{c}{a : a : \infty a}}$ entsprechen, findet man in der Fig. 3. Wenn in ihr das Dreieck $m\,r\,n$ das nämliche ist, wie in Fig. 1, dessen 3 Seiten den 3 Rhomboëderflächen entsprechen, wenn sie gemeinschaftlich durch $\frac{c}{2}$ der Feldspathdimension c gelegt sind ([1]); so werden die um den Mittelpunct der Figur ein dreiunddreiwinkliches Sechseck beschreibenden 6 Linien den erwähnten, zugleich sämtlich durch $\frac{c}{2}$ zu legenden Dreiunddreikantnerflächen angehören, wenn die Linien so gezogen sind, dafs jede von ihnen aus einer Ecke des Dreiecks $m\,r\,n$ durch $\frac{1}{4}$ des Abstandes einer der beiden andern Ecken des Dreiecks vom Mittelpunct geht. Denn wenn die das gleichseitige Dreieck beschreibenden Linien wie $m\,r$ oder $D\,t$ (Fig. 1.) die Durchschnitte der Rhomboëderfläche

---

([1]) In Fig. 1. war die Feldspathfläche $\boxed{\frac{1}{2}a' : b : c}$ diesem entsprechend zuerst durch $e\,B$ gelegt. Wurde sie, sich parallel, dann durch $D\,t$ gelegt, so gieng sie durch $\frac{c}{2}$, und stellte sich dar als $\boxed{\frac{1}{4}a' : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c}$. So beschrieb sie mit den durch $G\,f$ und $A\,d$ gelegten $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{2}c}$ und $\boxed{a : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{2}c}$ gemeinschaftlich das Dreieck $m\,r\,n$; s. oben S. 263.

c
$a : a : \infty a$
$2s : s : 2s$

mit der Horizontalebne darstellen, so sind Linien wie Cm, Cr, gleich $2s$ des Zeichens. Aber eine Fläche

c
$a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} a$
$\frac{1}{2} s : \frac{2}{5} s : 2s$

(durch denselben Punct in c gelegt) geht, wie man aus den in der unteren Reihe geschriebenen Werthen in s ersieht, von einem geschriebenen $2s$-punct (über einen $\frac{2}{5}s$-punct, d. i. einem der stumpferen Winkel des drei- unddreiwinklichen Sechsecks) nach einem $\frac{1}{2}s$-punct, d. i. von m nach r' (Fig. 7.) d. i. dem $\frac{1}{4}Cr$-punct, oder von r nach m' (Fig. 5.) d. i. dem $\frac{1}{4}Cm$-punct u. s. f. Daher umschreiben die 6 so gezogenen Linien wirklich jenes dreiunddreiwinkliche Sechseck mit den abwechselnden Radien von $\frac{1}{2}s$ und $\frac{2}{5}s$ um den Mittelpunct der Figur 3.

Die Lage der Puncte m, r und n, ausgedrückt in den Feldspathdimensionen a und b, findet sich, wenn in Fig. 1. und 4, $CA' = a'$, $CB' = b'$, $CA = a$, $CB = b$, als:

$$m = \left(\frac{9}{26} a' + \frac{5}{26} b'\right); \; r = \left(\frac{3}{26} a' + \frac{7}{26} b\right); \; n = \left(\frac{6}{13} a + \frac{1}{13} b'\right)$$

Beweis. Betrachtet man das Dreieck ADA' als durch die Linien Ad und Du getheilt, so ist nach dem Lehrsatze (Abh. d. Akad. v. J. 1819. p. 277.)

$$n : m = x(a + b) : y\, a$$

$$Dm : mu = Dd \,.\, AA' : dA' \,.\, Au; \text{ oder da } Dd = dA',$$

$$Dm : mu = AA' : Au = 2CA : \tfrac{5}{4} CA = 8 : 5$$

$$mu = \frac{5}{13} Du;$$

folglich das Perpendikel aus m auf CA',

d. i. $$mk' = \frac{5}{13} De = \frac{5}{13} \cdot \frac{1}{2} CB' = \frac{5}{13} \cdot \frac{1}{2} b' = \frac{5}{26} b'$$

ferner $Ck' = Cu + uk' = \left(\frac{1}{4} + \frac{5}{13} \cdot \frac{1}{4}\right) CA' = \frac{18}{4 \cdot 13}\, a' = \frac{9}{26}\, a'$;

mithin der Punct $m = \left(\frac{9}{29}\, a' + \frac{5}{26}\, b'\right)$

Für die Lage des Punctes r hat man u. a.

$Gr : rp = Dg : pt = b : \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{5}\right) b = 10 : 3$; $rp = \frac{3}{13}\, Gp$; also $rz = \frac{3}{13}\, Gt$ $= \frac{3}{13} \cdot \frac{a'}{2} = \frac{3}{26}\, a'$; ferner $Cz = Cp + pz = \left(\frac{1}{5} + \frac{3}{13}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{5}\right)\right) b =$ $\left(\frac{1}{5} + \frac{9}{13 \cdot 10}\right) b = \frac{26 + 9}{13 \cdot 10}\, b = \frac{35}{130}\, b = \frac{7}{26}\, b$;

also der Punct $r = \left(\frac{3}{26}\, a' + \frac{7}{26}\, b\right)$

Und für die Lage des Punctes n hat man, nach dem oben angeführten Lehrsatze, in dem durch pf und Aq getheilten Dreiecke $AB'p$,

$An : nq = Af . B'p : fB' . pq = B'p : 3 . pq = \frac{6}{5} : 3\left(\frac{1}{5} + \frac{1}{7}\right) = 6 . 7 : 3 . 12 = 7 : 6$;
$(n) : (m) = (x) . (a + b) : (y) . (a)$

daher $nq = \frac{6}{13}\, Aq$; mithin auch $Ck = \frac{6}{13}\, CA = \frac{6}{13}\, a$;

und $An = \frac{7}{13}\, Aq$; mithin auch $nk = \frac{7}{13}\, Cq = \frac{7}{13} \cdot \frac{1}{7}\, b' = \frac{1}{13}\, b'$;

also der Punct $n = \left(\frac{6}{13}\, a + \frac{1}{13}\, b'\right)$.

Wenn nun in Fig. 5. mrn das vorige Dreieck, und $Ci = \frac{1}{4}\, Cn$, also der Punct $i = \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{6}{13}\, a + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{13}\, b'\right) = \left(\frac{3}{26}\, a + \frac{1}{52}\, b'\right)$, oder $Ci' = \frac{3}{26}\, CA$, und $ii' = \frac{1}{52}\, CB'$, und man zieht, wie in Fig. 3, die Linie mi, bis sie CA in x schneidet, während y ihren Durchschnitt mit CB' bezeichnet; man sucht nun die Werthe Cx und Cy als der durch mi (und $\frac{c}{2}$ aufserhalb der Figur) gelegten Fläche des Dreiunddreikantners in den Feldspathdimensionen CA und CB', d. i. a und b' zukommend, so ist

$$i'x : k'i' + i'x = ii' : mk' = \frac{1}{52} : \frac{5}{26} = 1 : 10;$$

$$i'x = \frac{1}{9}\, k'i' = \frac{1}{9}\left(\frac{9}{26} + \frac{3}{26}\right) a = \frac{2}{3 \cdot 13}\, a.$$

Aber $Cx = Ci' + i'x = \left(\frac{3}{26} + \frac{2}{3 \cdot 13}\right) a = \frac{9 + 4}{6 \cdot 13}\, a = \frac{1}{6}\, a$

Und $Cy : mk' = Cx : k'x = \frac{1}{6} : \frac{1}{6} + \frac{9}{26} = 26 : 26 + 6 . 9 = 13 : 40$;

$$Cy = \frac{13}{40} . \frac{5}{26} b' = \frac{1}{16} b'$$

folglich die gesuchte Fläche = $\boxed{\frac{1}{6} a : \frac{1}{16} b' : \frac{1}{2} c} = \boxed{\frac{1}{3} a : \frac{1}{8} b' : c}$.

Wenn ferner in Fig. 6. die Linie ri die Linien CB und CA in y und x schneidet, so hat man $zy : yi' = rz : ii' = \frac{3}{26} : \frac{3}{26}$;

$$\text{also } zy = yi' = \frac{1}{2} (Cz + Ci') = \frac{1}{2} \left(\frac{7}{26} + \frac{1}{52}\right) b = \frac{15}{2 . 52} b.$$

$$\text{Aber } Cy = yi' - Ci' = \left(\frac{15}{2 . 52} - \frac{1}{52}\right) b = \frac{13}{2 . 52} b = \frac{1}{8} b$$

Und $Cx : ii' = Cy : yi' = \frac{1}{8} : \frac{15}{2 . 52} = 13 : 15$; $Cx = \frac{13}{15} . \frac{3}{26} a = \frac{1}{10} a$

folglich die durch ri gehende Fläche des Dreiunddreikantners = $\boxed{\frac{1}{10} a : \frac{1}{8} b : \frac{1}{2} c}$ = $\boxed{\frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c}$.

Wenn weiter in Fig. 5. $Cm' = \frac{1}{4} Cm$, also der Punct $m' = \left(\frac{9}{4 . 26} a' + \frac{5}{4 . 26} b'\right)$, und man zieht durch ihn $rm'y'$ bis zum Schneidungspunct y' mit CB'; man sucht nun Cy' und Cx', x' als den Schneidungspunct von rm' mit CA' genommen, so ist ([1]) $m''y' : zy' = m'm'' : rz = \frac{9}{4 . 26} : \frac{3}{26} = 3 : 4$; also $m''z : zy' = 1 : 4$; $zy' = 4 . zm'' = 4 (Cz + Cm'') = 4 \left(\frac{7}{26} + \frac{5}{4 . 26}\right) b = \frac{28 + 5}{26} b = \frac{33}{26} b$.

$$\text{Aber } Cy' = zy' - Cz = \left(\frac{33}{26} - \frac{7}{26}\right) b' = 1 . b' = CB'; \text{ und}$$

$$Cx' : rz = Cy' : zy' = 1 : \frac{33}{26}; \text{ folglich } Cx' = \frac{26}{33} rz = \frac{26}{33} . \frac{3}{26} a' = \frac{1}{11} a'.$$

mithin die durch rm' gehende Fläche des Dreiunddreikantners = $\boxed{\frac{1}{11} a' : b' : \frac{1}{2} c}$.

In Fig. 6. sei wiederum x' der Schneidungspunct der Linie nm' mit CA', so wie y' ihr Schneidungspunct mit CB', und $m'm''$ das Perpendikel aus m' auf Cx', so ist $x'm'' : x'n' = m'm'' : nn' = \frac{5}{4 . 26} : \frac{1}{13} = 5 : 8$; und $x'n' : m''n' = 8 : 3$; aber $m''n' = Cn' + Cm'' = \left(\frac{6}{13} + \frac{9}{4 . 26}\right) a = \frac{6 . 8 + 9}{8 . 13} a$

([1]) Um die Figur nicht zu undeutlich zu machen, ist die Linie $m'm''$, von m' senkrecht auf CB' zwar ausgezogen, aber der Buchstabe für den Punct m'' in der Linie CB', dessen es indeſs zum Verständniſs nicht bedürfen wird, nicht eingeschrieben worden.

$= \frac{57}{8 \cdot 13}\, a$; folglich $x'n' = \frac{8}{3} \cdot \frac{57}{8 \cdot 13}\, a = \frac{19}{13}\, a$;

$$\text{und } Cx' = x'n' - Cn' = \left(\frac{19}{13} - \frac{6}{13}\right) a' = 1 \cdot a';$$

oder der Punct x' zusammenfallend mit dem Punct A'.

Aber $Cy' : nn' = Cx' : x'n' = 1 : \frac{19}{13}$; $Cy' = \frac{13}{19}\, nn' = \frac{13}{19} \cdot \frac{1}{13}\, b' = \frac{1}{19}\, b'$.

Folglich die durch nm' gehende Fläche des Dreiunddreikantners $= \boxed{a' : \frac{1}{19} b' : \frac{1}{2} c}$.

Ferner sei in Fig. 7. $Cr' \frac{1}{4} Cr$, d. i. der Punct $r' = \left(\frac{3}{4 \cdot 26}\, a' + \frac{7}{4 \cdot 26}\, b\right)$; und die Linie mr' schneide CA' in x, CB in y; $r'r''$ aber sei das Perpendikel aus r' auf CB ([1]), eben so mm' das aus m auf CB', so ist

$$m'y : r''y = mm' : r'r'' = \frac{9}{26} : \frac{3}{4 \cdot 26} = 12 : 1, \text{ und}$$

$m'r'' : r''y = 11 : 1$; $r''y = \frac{1}{11}\, m'r'' = \frac{1}{11} \cdot \left(\frac{5}{26} + \frac{7}{4 \cdot 26}\right) b = \frac{27}{11 \cdot 4 \cdot 26}\, b$; also

$$Cy = Cr'' + r''y = \left(\frac{7}{4 \cdot 26} + \frac{27}{11 \cdot 4 \cdot 26}\right) b = \frac{77 + 27}{11 \cdot 4 \cdot 26}\, b = \frac{1}{11}\, b.$$

$$\text{Aber } Cx : mm' = Cy : m'y = \frac{1}{11} : \frac{5}{26} + \frac{1}{11} = 26 : 55 + 26 = 26 : 81;$$

$$\text{mithin } Cx = \frac{26}{81}\, mm' = \frac{26}{81} \cdot \frac{9}{26}\, a' = \frac{1}{9}\, a';$$

folglich die durch mr' gelegte Fläche des Dreiunddreikantners $= \boxed{\frac{1}{9} a' : \frac{1}{11} b : \frac{1}{2} c}$.

Endlich sei in Fig. 7. x' und y' ([2]) der Durchschnitt der Linie nr' mit CA und CB; nn' das Perpendikel aus n auf CA, $r'r''$ das aus r' auf CA',

$$\text{so ist } n'x' : x'r'' = nn' : r'r'' = \frac{1}{13} : \frac{7}{4 \cdot 26} = 8 : 7;$$

$$x'r'' = \frac{7}{15}\, n'r'' = \frac{7}{15} \left(\frac{6}{13} + \frac{3}{4 \cdot 26}\right) a = \frac{7}{15} \cdot \frac{51}{4 \cdot 26}\, a;$$

$$Cx' = x'r'' - Cr'' = \frac{7}{15} \cdot \frac{51}{4 \cdot 26} - \frac{3}{4 \cdot 26} = \frac{7 \cdot 17 - 3 \cdot 5}{5 \cdot 4 \cdot 26}\, a = \frac{104}{5 \cdot 4 \cdot 26}\, a = \frac{1}{5}\, a.$$

$$\text{Und } Cy' : nn' = Cx' : Cn' - Cx' = \frac{1}{5} : \frac{6}{13} - \frac{1}{5} = 13 : 30 - 13 = 13 : 17;$$

$$Cy' = \frac{13}{17} \cdot \frac{1}{13}\, b = \frac{1}{17}\, b.$$

Daher die durch nr' gelegte Fläche des Dreiunddreikantners $= \boxed{\frac{1}{5} a : \frac{1}{17} b : \frac{1}{2} c}$.

([1]) Es hat wieder unnöthig geschienen, die Linie $r'r''$ in der Figur auszuziehen.

([2]) Hier ist, um die Figur nicht zu überladen, auch der Punct y', so wie der folgende r'', nicht angegeben worden.

Wir haben, da es ohne gröſsere Weitläuftigkeit geschehen konnte, den geometrischen Beweis für die Ausdrücke der sämtlichen Dreiunddreikantnerflächen, von welchen die Rede war, in den Feldspathdimensionen im einzelnen geführt; auſserdem würde die Verweisung auf die allgemeinen Formeln, um solche Ausdrücke zu finden, genügt haben. (S. die Abhandl. d. Akad. für 1820 u. 1821. S. 172.)

Bemerkenswerth ist die Einfachheit der beiden ersten Ausdrücke $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{8}b' : c}$ und $\boxed{\frac{1}{5}a : \frac{1}{4}b : c}$, welche als Krystallflächen dem Systeme sowohl des Feldspathes selbst als der ihm zunächst verwandten Systeme gar nicht fremd sind. Diese einfachsten Ausdrücke kommen den beiden Flächen zu, welche durch den der Rhomboëderfläche mit dem einfachsten Ausdruck, nämlich $\boxed{\frac{1}{2}a' : b : c}$ gegenüberliegenden $\frac{1}{4}$-punct der Linie Cn gehen. — Mit einer gewissen Einfachheit überraschen auch noch die Ausdrücke der Flächen, welche durch den $\frac{1}{4}$-punct von Cm, d. i. dem der Rhomboëderfläche $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{2}c}$ gegenüberliegenden gehen, insofern nämlich die Linie rm' die Linie CB' in dem Puncte B' selbst, und die Linie nm' die Linie CA' in A' selbst schneidet. Und kommt auch den beiden übrigen Ausdrücken eine noch mindere Einfachheit zu (den durch den $\frac{1}{4}$-punct von Cr gehenden, d. i. dem der Rhomboëderfläche $\boxed{a : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{2}c}$ gegenüberliegenden), so bemerkt man in sämtlichen vorkommenden Zahlenwerthen noch eine gewisse Einfachheit des Fortschreitens, da $11 = 3 + 8$, $19 = 11 + 8$, $17 = 9 + 8$, $9 = 5 + 4$, 3 und 8 aber, und 5 und 4, die Divisoren von a und b in den beiden ersten einfachen Ausdrükken sind.

Es ist übrigens einleuchtend, daſs die genannten 6 Ausdrücke **bei jedem Werthe von** c einen Dreiunddreikantner geben gleichen Querschnittes mit dem des gewöhnlichen Dreiunddreikantners beim Kalkspath oder des Dreiunddreikantners $\boxed{\overset{\gamma c}{a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a}}$ **jedweden rhomboëdrischen Systemes.** Die Eigenschaft hängt einzig an dem Verhältniſs $a : b = 1 : \sqrt{3}$. Es ist daher klar, daſs, wenn man, statt daſs wir die Vergleichung des Systems $a : b : c = \sqrt{\frac{1}{3}} : 1 : \sqrt{\frac{1}{13}}$ mit dem System des **Haüy**'schen Kalkspathrhomboëders $s = c$ angestellt haben, sie mit dem Kalkspathsystem, so

wie es in der Wirklichkeit von dem Haüy'schen abweicht, oder mit den noch um etwas stumpferen rhomboëdrischen Systemen seiner krystallographisch verwandten, wie des Bitterspathes, Spatheisensteins u. s. f. anstellen wollte, das erstere System rechtwinklicher Axen sich dieser Vergleichung Schritt für Schritt, und überall genau, accommodiren würde, indem nur seine Dimension c im entsprechenden Verhältnifs vermindert würde. Setzten wir sie z. B. bis $\sqrt{\frac{1}{14}}$ statt $\sqrt{\frac{1}{13}}$ herab, so entspräche die angestellte Vergleichung in allen ihren Theilen eben so genau einem rhomboëdrischen Systeme mit 46° 3′ 40″ Neigung gegen die Axe, also mit 106° 7′ 40″ Neigung in den Endkanten; oder bei der Herabsetzung auf $\sqrt{\frac{1}{15}}$, einem anderen mit 47° 2′ 53″ Neigung gegen die Axe, d. i. mit 107° 40′ 20″ Neigung in den Endkanten; zwischen beiden lägen die Werthe des Bitterspathes (blättrigen Magnesites) und Spatheisensteins; das letztere Rhomboëder wäre das des Galmeies nach der Messung von Wollaston. Ja ginge man bis zu der Verminderung von c bis auf $\sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4}$ herab, so befände man sich schon über die Messungen der Rhomboëder des Rothgiltigerzes hinaus; es wäre das Rhomboëder mit 47° 58′ 8″ Neigung gegen die Axe, was man vor sich hätte, oder mit 109° 7′ 20″ Neigung in den Endkanten. Die neueren Messungen des Rothgiltigerzes, welche, wie bekannt, die des Galmeis fast berühren, bleiben diesseits dieses Werthes; nur die Haüy'sche Angabe gieng jenseits desselben. Das Rothgiltigerz-Rhomboëder ist dem Bitterspath-Rhomboëder weit näher, als dieses dem Kalkspath-Rhomboëder.

Dafs auf schärfere rhomboëdrische Systeme dieselbe Betrachtung ihre Anwendung findet, bedarf keiner Erörterung; wir haben für den Dreiunddreikantner $\left[\overset{\gamma c}{a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a}\right]$ allgemein den Ausdruck seiner Flächen im System einer geschobnen vierseitigen Säule von 120° gegeben.



Betrachtung des Feldspathsystems in der viergliedrigen Stellung.

Von
Hrn. WEISS.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 26. Febr. 1835.]

Die Betrachtung des Feldspathsystems in der Stellung seiner rechtwinklich vierseitigen Säule ist nicht blos, wie etwa die in der vorangehenden Abhandlung entwickelte seiner geometrischen Beziehungen zu dem System des Haüy'schen Kalkspathrhomboëders, eine zuläfsige, aber beliebige; sie ist vielmehr eine von der Natur selbst vielfach angeregte, unabweisliche. Sie ist naturgemäfs zu nennen, schon insofern eine zahllose Menge der Feldspathkrystalle unmittelbar als diese rechtwinklich vierseitige Säule von der Natur gebildet sich darstellt, ganz mit dem Gepräge, dafs diese Erscheinung nicht etwas rein zufälliges ist, sondern dafs sie aus dem Innern der Substanz hervorgeht, im Gleichgewicht mit einer zweiten Erscheinungsweise einer andern Hälfte der Feldspathkrystalle, welche sich mit nicht minderer Entschiedenheit, ohne Zweifel ebenfalls aus innerem Grunde, als die geschobne vierseitige von 120°, mit Inbegriff der ihr zugehörigen gleichwinklich sechsseitigen, darstellen. Sie ist es um so mehr noch, als in den Zwillingen, Drillingen und Vierlingen nach dem Gesetze des Adulars und der Krystalle von Baveno die geometrischen Verhältnisse, analog den viergliedrigen Systemen, mit der Vierlingsgruppe zur Vollendung kommen. Sie ist es endlich, und vielleicht am entscheidendsten, um der optischen Eigenschaften des Feldspathes willen. Es ist also gewifs keine blos willkührliche Betrachtungsweise, es ist eine durch die gesammten Eigenschaften dieses Krystallsystemes geforderte, und, wie wir sie schon nannten, unabweisliche.

Der Vierling, in welchem jedes Individuum mit den 3 übrigen der Gruppe in directem gesetzlichem Zwillingsverhalten sich befindet, kann uns schon eine Bürgschaft sein, dafs jede Structurrichtung des einen Individuums in allen übrigen als eine ächt krystallonomische sich fortsetzt, in ihnen gleichsam fortklingt, fortvibrirt, dafs sie eine krystallonomische Realität auch in ihnen behalten, auch in ihnen einen krystallonomischen Werth haben mufs; und die Rechnung bestätigt diesen aus der Natur des Zwillingsverhaltens entlehnten Schlufs auf die befriedigendste Art.

Im Feldspathsysteme also haben krystallonomische Realität alle Flächen, welche zu den bekannten gewöhnlichen, als Gegenstücke und als Seitenstücke, die Ergänzungen zu den Formen des viergliedrigen Systemes bilden — seine rechtwinkliche vierseitige Säule als die eines viergliedrigen Systems, und mithin dessen Axe parallel der Axe jener Säule genommen.

Es haben also krystallonomische Realität die Gegenstücke und Seitenstücke sowohl zu den auf der Seitenfläche des ersten blättrigen Bruches, P, gerad aufgesetzten, einzelnen Endigungsflächen x, y, q u. s. w., welche an den Feldspathindividuen als je eine schief angesetzte Endfläche erscheinen, d. i. die drei jedesmal unter gleichen Winkeln auf die drei übrigen Seitenflächen gerad aufgesetzten, welche mit jener zusammen eine zirkonähnliche, viergliedrige Zuspitzung bilden würden, und eine solche in der Vierlingsgruppe wirklich bilden; nicht minder die Gegenstücke und Seitenstücke der paarweise an einem Feldspathindividuum erscheinenden Endigungsflächen, wie z. B. der Seitenflächen der geschobnen 4seitigen Säule (von 120°), oder der Rhomboïdflächen, der unteren Rhomboïdflächen, der Flächen, die wir die der zehnseitigen Säule genannt haben u. s. w. Jedes solche Paar, sagen wir, hat sein Gegenstück und seine beiden Seitenstücke, wie sie mit ihm zusammen dem Vierundvierkantner eines viergliedrigen Systemes angehören, als krystallonomisch in demselben Feldspathindividuum begründet; und es kommt jetzt darauf an, die richtigen Ausdrücke aller dieser Gegenstücke und Seitenstücke in den keineswegs aufzugebenden, auf die geschobne vierseitige Säule von 120° sich beziehenden

Feldspathdimensionen a, b, c (im gegenseitigen Verhältnifs von $\sqrt{\frac{1}{3}} : 1 : \sqrt{\frac{1}{13}}$), so wie die Zonen aufzufinden, durch welche alle diese Flächen, als der inneren krystallinischen Structur des Feldspathes angehörig, deducirt werden können.

Den ersten Schritt in dieser Betrachtung macht wohl die Bemerkung, welche nahliegende krystallinische Realität die gerad angesetzte Endfläche der rechtwinklich vierseitigen Feldspathsäule hat; denn man sieht wohl ein, dafs, wenn alle die zur zirkonähnlichen Zuspitzung sich einander ergänzenden Gegenstücke und Seitenstücke der schiefen Endigungsflächen eine krystallonomische Realität haben sollen, die gerad angesetzte Endfläche eine solche nothwendig auch haben müsse.

Sie ist aber — in der gewöhnlichen Feldspathstellung — (seiner geschobnen 4seitigen Säule) nichts anderes als die auf der Schief-Endfläche ersten blättrigen Bruches rechtwinkliche Fläche der vertikalen Zone. Wenn aber die Schief-Endfläche ist $\boxed{a : c : \infty b}$, so ist die auf ihr rechtwinkliche der verticalen Zone jederzeit $= \boxed{\frac{c^2}{a^2} a' : c : \infty b}$; denn eine solche hat gegen die Axe c die Neigung, $\sin : \cos = \frac{c^2}{a^2} a : c = c : a$, d.i. das umgekehrte Verhältnifs von Sinus zu Cosinus, verglichen mit der Schief-Endfläche selbst, welche es hat $= a : c$; also sind es die beiden einander zu 90° complementirenden Neigungen; und ihre Summe ist 90°, wenn die construirte der entgegengesetzten Seite des Endes angehört, als die als Schief-Endfläche gegebne; $\boxed{a : c : \infty b}$ und $\boxed{\frac{c^2}{a^2} a' : c : \infty b}$, welches letztere man auch schreiben kann $\boxed{a' : \frac{a^2}{c^2} c : \infty b}$ bilden also jederzeit einen Zuschärfungswinkel von 90° in der vertikalen Zone. Wir nennen die gefundene Fläche in unsrer allgemeinen krystallographischen Sprache die $\frac{c^2}{a^2}$ fach gegen die Axe geneigte, indem wir damit die Vervielfachung des Sinus ihrer Neigung aussprechen, während der Cosinus mit dem der anderen constant genommen wird, oder, was auf dasselbe hinausläuft, die Vervielfachung der Tangente der Neigung (wobei der Radius gleich gesetzt ist). Je nachdem sie aber stumpfer oder schärfer geneigt ist, als die, mit welcher sie ver-

glichen wird, d. i. je nachdem $\frac{c^2}{a^2}\left\{\begin{matrix}>\\<\end{matrix}\right\}1$, wird sie im ersteren Fall die $\frac{c^2}{a^2}$ fach stumpfere, im andern die $\frac{a^2}{c^2}$ fach schärfere heifsen.

Wenn nun im Feldspathsystem $a : c = \sqrt{13} : \sqrt{3}$, so ist die gesuchte Fläche, d. i. die grad angesetzte Endfläche der rechtwinklich 4seitigen Feldspathsäule $= \boxed{\frac{3}{13} a' : c : \infty b} = \boxed{a' : \frac{13}{3} c : \infty b}$; wir sprechen dies, da die Vermehrung den Cosinus trift, so aus: es ist die $\frac{13}{3}$ fach schärfere der vertikalen Zone, und zwar des hinteren Endes.

So wenig einfach der Coëfficient $\frac{13}{3}$ scheint, so unerwartet möchte es sein, wenn sich findet, dafs diese Fläche durch zwei Zonen bestimmt wird, von unserer unteren Rhomboïdfläche $\boxed{\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c}$ nach derjenigen Seitenfläche der zehnseitigen Säule $\boxed{a : \frac{1}{3} b : \infty c}$, welche nicht mit derselben unteren Rhomboïdfläche und der Fläche $\boxed{3 a' : 5 c : \infty b}$ in Einer Zone liegt (und in welcher die letztere Fläche ihre Deduction fand ([1])). Dafs dem so ist, läfst sich allerdings leicht schon durch den Lehrsatz beweisen, dafs eine Fläche $\boxed{\frac{1}{x} a : \frac{1}{y} b : c}$ durch ihre Zone gegen $\boxed{a : b : \infty c}$ in vorgedachter Weise jederzeit in der vertikalen Zone eine Fläche $\boxed{a : (x+y) c : \infty b}$ bestimmt ([2]). Denn wenn man $\boxed{a : \frac{1}{3} b : \infty c}$ in $\boxed{a : b : \infty c}$ überträgt, so wird dem gemäfs $\boxed{\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c}$ zu $\boxed{\frac{1}{3} a' : \frac{3}{4} b : c}$, also $x = 3$, $y = \frac{4}{3}$, mithin $x + y = \frac{13}{3}$; folglich die gesuchte Fläche $= \boxed{a' : \frac{13}{3} c : \infty b}$ ([3]).

Was für den weiteren Verfolg dieser Art von Betrachtungen höchst empfehlenswerth wird, nämlich: sich der graphischen Methode zu bedienen, um die Gesetze gewahr zu werden, von welchen die Zonen-Bestimmungen der abzuleitenden Krystallflächen samt und sonders abhängen, das wird schon hier sehr zu empfehlen sein; ohne dieses vortreffliche wissen-

---

([1]) s. d. Abh. d. Akad. v. J. 1820 u. 21. S. 177 unten.

([2]) s. die Abh. über den Epidot in den Abh. d. Akad. für 1818 u. 1819. S. 253. Note, Z. 6.

([3]) Die Deduction der Fläche mit diesem Ausdruck durch die genannten Zonen ist, wie man sieht, allgemeingültig für jedes 2- und 1-gliedrige System, für jeden Werth von a und c. Dafs sie aber rechtwinklich wird auf $\boxed{a : c : \infty b}$, oder beim Feldspath die gerad angesetzte Endfläche seiner rechtwinklichen Säule, das, sieht man, hängt streng an dem Verhältnifs $a : c = \sqrt{13} : \sqrt{3}$.

schaftliche Hülfsmittel würden die feinen und mannichfaltigen Fäden einer so verwickelten Aufgabe nicht mit der Vollständigkeit, Leichtigkeit und Anschaulichkeit verfolgt werden können, als es vermittelst derselben so bequem geschieht.

Das Verdienst der graphischen Methode gebührt, wie jeder Krystallograph weifs, ihrem Entdecker, Herrn Prof. Neumann in Königsberg; ein neues Verdienst um die Belebung desselben in der Anwendung durch Umgestaltung in diejenige Form, wo die sämtlichen Flächen eines Krystallsystemes selbst, nicht ihre Normalen, auf eine gewählte Projections- oder Intersectionsebne, wie die Ebne zweier Grunddimensionen (und gemeinschaftlich durch einen und denselben aufserhalb der Projectionsebne liegenden Punct der dritten Dimension gelegt), projicirt werden, hat sich neuerlich Herr Quenstedt erworben ([1]); eine Umgestaltung, welche allerdings von Hrn. Prof. Neumann selbst in §. 50. seiner gehaltreichen Schrift ([2]) schon ausgesprochen war, welcher indefs Hr. Prof. Neumann keine weitere Folge gab, indem er es vorzog, die Normalen der Flächen (durch Puncte), nicht die Flächen selbst (durch Linien) zu projiciren; und es ist unverkennbar, dafs, je höher die Anzahl des Zuprojicirenden steigt, desto mehr die Vorzüge der ersteren Art von Projectionen vor der letzteren hervortreten, dagegen bei einer geringeren Anzahl des Zuprojicirenden die letztere Methode eine wohl noch allgemeiner ansprechende, unmittelbarere Anschaulichkeit besitzt, und so lange wir die Krystallflächen so, wie wir thun, nicht ihre Normalen zu schreiben pflegen, auf den Namen der directeren Anspruch hat, während die Neumann'sche Punctmethode, wie zuletzt alle Übersetzung der Flächen in ihre Normalen, die höhere Auffassungsweise der Sache zu nennen sein möchte.

So wie nun bei dieser die Zonen des Krystallsystems durch die Linien erscheinen, welche man nach Belieben von einem solchen Puncte oder Flächenorte nach einem anderen ziehen kann, so erscheinen sie bei jener

---

([1]) vgl. Poggendorffs Annalen, B. 34. St. 3 u. 4.
([2]) Beiträge zur Krystallonomie, 1. Heft. Berlin u. Posen, 1823, S. 117. 118.

durch die Puncte, in welchem zwei oder mehrere der die Flächen repräsentirenden Linien in der Projectionsebne sich schneiden; die Axen der Zonen aber sind gleichfalls direct ausgedrückt; denn jene Puncte sind jedesmal der zweite Endpunct einer Zonenaxe, deren erster der aufserhalb der Projectionsebne für alle Flächen gemeinschaftlich gewählte Punct ist. Es folgen sich die in eine und dieselbe Zone fallenden Flächen am Krystall, wie die in demselben Puncte sich schneidenden Linien in der Projection ([1]).

In der nach dieser erneuerten graphischen Linear- oder Intersectionsmethode entworfenen Tafel I. Fig. 12. sind die Feldspathflächen (sämtlich als durch $1\,c$ gelegt gedacht) auf der Ebne der a und b projicirt. Die vertikale durch den Mittelpunct der Figur gelegte Linie entspricht unserm a, die horizontale unserm b; in jener sind Abschnitte als $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{5}$, 1, und 3 auf der einen Seite, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$, 1 auf der anderen, in dieser Theile $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 zu beiden Seiten angegeben; man sieht also — um den Gebrauch einer solchen Projection an einem Beispiele zu erläutern — dafs z. B. die unteren Rhomboïdflächen $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c}$ durch die Linien ausgedrückt sind, welche vom oberen $\frac{1}{3}a$ nach $\frac{1}{4}b$ gezogen sind; nicht minder, dafs die Flächen der zehnseitigen Säule $\boxed{a : \frac{1}{3}b : \infty c}$ es durch die Linien sind, welche aus dem Mittelpunct durch einen Punct $(a + \frac{1}{3}b)$ gezogen werden. Die Durchschnittspuncte einer Linie der letzteren Art mit einer der ersteren sind also die in der Ebne a und b liegenden Endpuncte der Zonenaxen, deren Zonen von $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c}$ nach $\boxed{a' : \frac{1}{3}b' : \infty c}$ oder von $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b' : c}$ nach $\boxed{a' : \frac{1}{3}b : \infty c}$ gehen, d. i. der Zonenaxen $(c;\ \frac{3}{13}a' + \frac{1}{13}b)$ ([2]) und $(c;\ \frac{3}{13}a' + \frac{1}{13}b')$. Zieht man nun durch beide

---

([1]) Die Zonenlinien, welche in den Neumann'schen Projectionen nicht gezeichnet sind, sondern beliebig gezeichnet werden können, und eben dadurch, dafs sie es nicht sind, gar keine Verwickelung hervorbringen, sondern überall nach dem Bedürfnifs ausgezogen werden oder unausgezogen bleiben können, diese Zonenlinien sind nicht unsere Zonenaxen, sondern vielmehr die auf unseren Zonenaxen senkrechten, in die gewählte Projectionsebne fallenden Linien.

([2]) Wenn in Fig. 8. Taf. I. $CA' = a'$, $Cn = \frac{1}{4}b$, $Cm = \frac{1}{3}a'$, $A'D = \frac{1}{3}b$, und my parallel mit $A'D$ und Cn, so wird $md = \frac{1}{3}A'D = \frac{1}{9}b$. Wenn also x der Schneidungspunct von mn mit CD ist, so hat man $mx : xn = dx : xC = md : Cn = \frac{1}{9} : \frac{1}{4} = 4 : 9$; folglich

gleichartige Durchschnittspuncte eine Linie, so wird dieselbe offenbar durch $\frac{3}{13}a'$ und parallel mit b gehen. Also die Fläche, welche beiden angegebenen Zonen gemeinschaftlich ist, oder beide Zonenaxen in sich verbindet, wird keine andre sein, als $\boxed{\frac{3}{13}a' : c : \infty b} = \boxed{a' : \frac{13}{3}c : \infty b}$.

In einer ähnlichen Weise werden sich alle Aufgaben solcher Art, wie sie die fortgesetzte Reihe der Betrachtungen darbietet, leicht lösen. Die von Hrn. D. Kayser sehr sorgfältig entworfene Taf. II. zeigt das Feldspathsystem in der viergliedrigen Stellung, d. i. seine Flächen auf dem Querschnitt seiner rechtwinklichen quadratischen Säule P und M projicirt ([1]), mit allen zu seinen Flächen gehörigen Gegen- und Seitenstücken, welche das System zum 4gliedrigen ergänzen würden; die seinen wirklichen Flächen entsprechenden Linien sind stärker ausgezogen, die Gegen- und Seitenstücke durch schwächere Linien angedeutet, und die einzelnen Feldspathflächen durch die bisher für sie üblichen Buchstaben kenntlich gemacht.

Denkt man sich die Feldspathflächen in den 3 auf einander rechtwinklichen Dimensionen seiner rechtwinklich vierseitigen Säule PM oder nn so ausgedrückt, dafs in dieser Stellung a die auf P rechtwinkliche (also M parallele), b die auf M rechtwinkliche (also P parallele) Querdimension, c die Längendimension dieser Säule bedeute, also die Diagonalflächen n als $(a : b : \infty c)$ ([2]) und $a = b$, wie aus der Rechtwinklichkeit der Diagonal-

---

$Cx = \frac{9}{13}Cd$, und demnach $Co = \frac{9}{13}Cm = \frac{3}{13}a'$; so wie $xo = \frac{9}{13}md = \frac{4}{13}b$; folglich der Punct x, durch seine Coordinaten in a und b ausgedrückt, $= (\frac{3}{13}a' + \frac{4}{13}b)$, wie oben. Man sieht, wie Fig. 8., als Hülfsfigur, gleichsam nur einen Theil der Fig. 12. ausmacht, den sie zu erläutern bestimmt ist; und so in allen ähnlichen Fällen.

([1]) Da, wie bekannt, beim Feldspath die zwischen P und M liegenden, in Taf. II. durch die Diagonalen der Figur gehenden Flächen n, unsre „Diagonalflächen," ebenfalls rechtwinklich untereinander sind, wie P und M unter sich, so liegt eben hierin das Element der viergliedrigen Beschaffenheit des Systems in dieser Stellung.

([2]) Man könnte nach Belieben als die gleichen Querdimensionen a des viergliedrigen Systems auch die auf den Diagonalflächen n senkrechten Richtungen, diese Flächen also als $(a : \infty a : \infty c)$ nehmen, und $y = (a : a : c)$, d. i. als die Fläche des ersten schärferen Octaëders von $(a : c : \infty b)$ u. s. f. Dann wäre $a : c = 1 : \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 39}} = 1 : \sqrt{\frac{1}{78}}$, und man hätte blos die eine Ordnung von Octaëdern eines viergliedrigen Systems mit der andern vertauscht. Wir behalten die obigen Ausdrücke bei.

flächen n gegen einander folgt; denkt man sich ferner c zu a im Verhältnifs von $\sqrt{\frac{1}{39}} : 1$, oder das $a : b : c$ des so genommenen Systems $= 1 : 1 : \sqrt{\frac{1}{39}}$, so ist

y,	d.i.	$a' : 3c : \infty b$	jetzt $= (a : c : \infty b)$ [1]
k,	d.i.	$a : \infty b : \infty c$	.. $= (a' : 3c : \infty b) = (\frac{1}{3} a' : c : \infty b)$
x,	d.i.	$a' : c : \infty b$	.. $= (a : 5c : \infty b) = (\frac{1}{5} a : c : \infty b)$
r,	d.i.	$3a' : 5c : \infty b$	.. $= (a : 3c : \infty b) = (\frac{1}{3} a : c : \infty b)$
q,	d.i.	$3a' : c : \infty b$	.. $= (a : 9c : \infty b) = (\frac{1}{9} a : c : \infty b)$
t,	d.i.	$a : 5c : \infty b$	.. $= (a' : 7c : \infty b) = (\frac{1}{7} a' : c : \infty b)$
P,	d.i.	$a : c : \infty b$	.. $= (a : \infty b : \infty c) = (\frac{1}{\infty} a : c : b)$
M,	d.i.	$b : \infty a : \infty c$	.. $= (b : \infty a : \infty c) = (a : \frac{1}{\infty} b : c)$

Die gerad angesetzte Endfläche der gewöhnlichen Feldspathsäule $\boxed{c : \infty a : \infty b}$ würde sein $= (a : 13c : \infty b) = (\frac{1}{13} a : c : \infty b)$

Die gerad angesetzte Endfläche der rechtwinklichen Feldspathsäule $\boxed{a' : \frac{13}{3} c : \infty b}$ würde sein $= (c : \infty a : \infty b)$

Aufserdem würden sein

T, l,	d.i.	$a : b : \infty c$	$= (\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c)$
o,	d.i.	$a' : \frac{1}{2} b : c$	$= (\frac{1}{6} a : \frac{1}{4} b : c)$
n,	d.i.	$a : \frac{1}{4} b : c$	$= (a : b : \infty c)$
z,	d.i.	$a : \frac{1}{3} b : \infty c$	$= (\frac{1}{3} a' : \frac{1}{12} b : c)$
u,	d.i.	$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c$	$= (a : \frac{1}{4} b : c)$
v,	d.i.	$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{8} b : c$	$= (a : \frac{1}{8} b : c)$
m,	d.i.	$\frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c$	$= (\frac{1}{11} a' : \frac{1}{4} b : c)$
s,	d.i.	$a' : \frac{1}{6} b : c$	$= (\frac{1}{5} a : \frac{1}{12} b : c)$
d,	d.i.	$\frac{1}{5} a : \frac{1}{8} b : c$	$= (\frac{1}{7} a' : \frac{1}{8} b : c)$
g,	d.i.	$b : c : \infty a$	$= (\frac{1}{13} a : \frac{1}{4} b : c)$

Der Beweis, dafs die Ausdrücke der Flächen der vertikalen Zone sich in der viergliedrigen Stellung in die angegebenen verwandeln, geht leicht

---

[1] Indem wir die in Klammern eingeschlossenen Zeichen für die Ausdrücke der Flächen in der neuen oder veränderten Stellung gebrauchen, so unterscheiden sie sich damit bequem und sogleich von den in die Rechtecke eingeschlossenen, welche für die ursprüngliche oder Normalstellung des Feldspathes gelten, und früher im Gebrauch sind.

daraus hervor, dafs ihre Neigungen gegen die Axe der letzteren die Summen oder die Differenzen sind von ihrer und der Fläche $\boxed{a : c : \infty b}$ Neigung gegen die Axe c der gewöhnlichen Feldspathsäule.

So ist für die Neigung von y gegen die neue Axe,

$\sin : \cos = (3 + 1)\sqrt{13 . 3} : 13 - 3 . 3 = \sqrt{13 . 3} : 1 = \sqrt{39} : 1$;

für x, $\sin : \cos = 2\sqrt{13 . 3} : 13 - 3 = \sqrt{13 . 3} : 5$; daher diese Fläche mit der fünffach schärferen Neigung gegen die Axe der neuen Stellung, $= (a : 5c : \infty b)$, wenn $y = (a : c : \infty b)$,

für k, $\sin : \cos = \sqrt{13} : \sqrt{3} = \sqrt{13 . 3} : 3$; daher $k = (a' : 3c : \infty b)$, d. i. auf der entgegengesetzten Seite von y die mit der dreifach schärferen Neigung gegen die neue Axe;

für r, $\sin : \cos = (5 + 3)\sqrt{13 . 3} : 3 . 13 - 5 . 3 = 8\sqrt{39} : 24 = \sqrt{39} : 3$; daher $r = (a : 3c : \infty b)$ gleicher Seite mit y, das Gegenstück von k. u. s. f.

Die Fläche T ist durch die 2 Zonen bestimmt: von k nach M, und von y nach n. Verbindet man (Taf. II.) [1] einen Durchschnittspunct von y mit n mit dem Durchschnittspunct von k mit M durch eine Linie, die wir schreiben $(\frac{1}{3}a'; a + b)$, so schneidet diese Linie $\frac{1}{4}b$ ab, welches evident ist; folglich ist $T = (\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c)$.

Die Fläche o ist bestimmt durch die Zonen von T nach P, und von x nach M; die Axe der ersteren ist $(c; \frac{1}{4}b)$, der andern $(c; \frac{1}{5}a)$, dies giebt unmittelbar $(\frac{1}{5}a : \frac{1}{4}b : c)$ für ihren Ausdruck.

Die Fläche u durch die Zonen von T nach P, und von y nach M, deren Axen $(c; \frac{1}{4}b)$ und $(c; a)$; giebt ebenso unmittelbar $(a : \frac{1}{4}b : c)$ als ihren Ausdruck.

Die Fläche m wiederum in der Zone von T nach P, und von dem andern T nach demjenigen n, mit welchem es nicht in einem Puncte $(a + b')$,

---

[1] Die mittlere Verticallinie der Figur stellt sowohl die obere Hälfte, welche a', als die untere, welche a vorstellt, und welche letztere sich durch die Querlinie y endet, in Theile, wie $\frac{1}{3}a'$ bei k, u. s. f. getheilt dar; eben so die mittlere Horizontallinie (b und b') in Theile, wie $\frac{1}{4}$, u. s. f. Der Schneidungspunct von y mit n ist in einer Ecke unten, und ein solcher Punct $= (a + b)$ oder $(a + b')$; der Durchschnittspunct von k mit $M = (\frac{1}{3}a' + o . b)$.

sondern in einem Puncte $\frac{1}{7}a' + \frac{1}{7}b'$) (¹) sich schneidet; die Axe der letzteren Zone ist also $(c;\ \frac{1}{7}a' + \frac{1}{7}b')$, die der ersteren $(c;\ \frac{1}{4}b)$; dies giebt für m, $(\frac{7}{11} \cdot \frac{1}{7}a' : \frac{1}{4}b : c) = (\frac{1}{11}a' : \frac{1}{4}b : c)$; denn ohne die Hülfsfigur auszuziehen, welche aus der Zeichnung der Tafel II. leicht in allen solchen Fällen entnommen wird, ersieht man leicht, dafs die Coordinate in a' für die Fläche bestimmt wird durch die Ähnlichkeit der zwei Dreiecke, deren Grundlinien sich verhalten $= \frac{1}{4}b : \frac{1}{7}b' = 7 : 4$, die Coordinate in a' aber demgemäfs für die Fläche m sein mufs $= \frac{7}{11} \cdot \frac{1}{7}a' = \frac{1}{11}a'$, während $\frac{1}{4}b$ und c als Coordinaten in b und c für sie bereits gegeben sind; u. s. f.

Wenn nun die Fläche y durch die untere Seite des grofsen Quadrates in Taf. II. dargestellt wird, so wird es sein Gegenstück $(a' : c : \infty b)$ durch die obere, und seine Seitenstücke $(b : c : \infty a)$ und $(b' : c : \infty a)$ durch die beiden seitlichen, vertikal in der Figur stehenden Seiten dieses Quadrates. Im nächst kleineren Quadrate sind r und k als die Gegenstücke von einander schon vorhanden; die Seitenstücke $(\frac{1}{3}b : c : \infty a)$ und $(\frac{1}{3}b' : c : \infty a)$ werden durch die seitlichen Linien dieses Quadrates dargestellt; und so mit den übrigen.

Für die Gegenstücke der Flächen der vertikalen Zone ergeben sich die Ausdrücke in den eigentlichen Feldspathdimensionen ohne Schwierigkeit aus ihrer gleichen und umgekehrten Neigung gegen $P = \boxed{a : c : \infty b}$. Hieraus ergiebt sich z. B., dafs das Gegenstück von $\boxed{a' : 3c : \infty b}$ gegen die Axe c geneigt sein mufs mit der Differenz der Winkel, deren einer, der Neigungswinkel von P gegen die Axe c, hat $\sin : \cos = \sqrt{13} : \sqrt{3} = \sqrt{39} : 3$, der andere, des Gegenstückes Neigung gegen P, hat $\sqrt{39} : 1$. Für diese Differenz aber ist $\sin : \cos = (3 - 1)\sqrt{39} : 39 + 3 = \sqrt{39} : 21 = \sqrt{13} : 7\sqrt{3}$ $= a : 7c$ Feldsp.; und die Lage des Winkels in umgekehrter Richtung von

(¹) Für einen Durchschnittspunct von $T = (\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b' : c)$ mit $n = (a : b' : \infty c)$ findet man die Coordinaten in a und b leicht aus der Ähnlichkeit der beiden Dreiecke, welche diesen Durchschnittspunct zum Scheitel und die parallelen Linien $\frac{1}{4}b'$ und eine andere $= \frac{1}{3}b'$, in der Linie k genommen, zu Grundlinien haben; die Seiten beider Dreiecke verhalten sich also $= \frac{1}{4} : \frac{1}{3} = 3 : 4$; die Coordinate in a' wird $\frac{3}{7} \cdot \frac{1}{3}a' = \frac{1}{7}a'$; die Coordinate in $b' = \frac{4}{7} \cdot \frac{1}{4}b'$ $= \frac{1}{7}b'$; daher der Durchschnittspunct $= (\frac{1}{7}a' + \frac{1}{7}b')$.

der Axe, als der Neigungswinkel von P; also ist der Ausdruck des gesuchten Gegenstückes von y, $\boxed{a' : 7c : \infty b}$; es ist die Fläche mit 7fach schärferer Neigung gegen die Axe, auf der hinteren Seite.

Das Gegenstück von x hat eben so zur Neigung gegen die Axe die Differenz der Neigungen, deren eine hat, $\sin : \cos = \sqrt{13} : \sqrt{3} = \sqrt{39} : 3$ und die andere, $\sin : \cos = \sqrt{39} : 5$; folglich die, deren $\sin : \cos = 2\sqrt{39} : 39 + 15 = \sqrt{39} : 27 = \sqrt{13} : 9\sqrt{3}$; die Fläche also, auf gleicher Seite mit P liegend, erhält zum Ausdruck $\boxed{a : 9c : \infty b}$; es ist die mit 9fach schärferer Neigung, auf der vorderen Seite u. s. f.

Es sei allgemein $\boxed{a' : n.c : \infty b}$ die Fläche, deren Gegenstück gesucht wird, so ist der Ausdruck des Gegenstückes $= \boxed{\frac{(2n+1)c^2 - a^2}{(n+2)a^2 - nc^2} a' : c : \infty b}$. Denn in Fig. 9. Taf. I. sei CA die Axe c, DAC der Neigungswinkel der Fläche $\boxed{a : c : \infty b}$ gegen dieselbe, EAC der der Fläche $\boxed{a' : nc : \infty b}$, EAD die Summe beider, für welche also $\sin : \cos = (n+1)\,ac : a^2 - nc^2$; es sei $FAD = EAD$, also FA das Gegenstück von EA für AD, und gesucht dessen Neigung gegen AC. Es werde FA verlängert in AG, so ist GAC die gesuchte Neigung des Gegenstückes gegen die Axe AC. Da nun für GAD, $\sin : \cos = (n+1)\,ac : a^2 - nc^2$, (und für DAC, $\sin : \cos = a : c$), so ist für GAC, als $GAD - DAC$,

$$\sin : \cos = (n+1)\,ac^2 + anc^2 - aa^2 : (n+1)\,a^2c + a^2c - nc^2c =$$
$$(2n+1)\,ac^2 - aa^2 : (n+2)\,a^2c - nc^2c =$$
$$a\,((2n+1)\,c^2 - a^2) : c\,((n+2)\,a^2 - nc^2),$$

also die gesuchte Fläche, auf der entgegengesetzten Seite der Axe ausgedrückt, als $\boxed{a : c : \infty b} = \boxed{((2n+1)\,c^2 - a^2)\,a' : ((n+2)\,a^2 - nc^2)\,c : \infty b}$
$= \boxed{\frac{(2n+1)\,c^2 - a^2}{(n+2)\,a^2 - nc^2} a' : c : \infty b}$.

Für die Feldspathwerthe,

wenn $n = 3$, $\frac{7.3 - 13}{5.13 - 3.3} = \frac{8}{56} = \frac{1}{7}$; $\boxed{\frac{1}{7} a' : c : \infty b}$

wenn $n = 7$, $\frac{15.3 - 13}{9.13 - 7.3} = \frac{32}{96} = \frac{1}{3}$; $\boxed{\frac{1}{3} a' : c : \infty b}$

wenn $n = 1$, $\frac{3.3 - 13}{3.13 - 3} = -\frac{4}{36} = -\frac{1}{9}$; $\boxed{-\frac{1}{9} a' : c : \infty b} = \boxed{\frac{1}{9} a : c \infty b}$

u. s. f.

Für die Seitenstücke der Flächen der vertikalen Zone ist klar, daſs sie samt und sonders in der Diagonalzone der Fläche $\boxed{\frac{3}{13} a' : c : \infty b}$ d. i. zwischen der Fläche, welche zur gerad angesetzten Endfläche der rechtwinklichen Säule wird, und M liegen, folglich das Verhältniſs $\frac{3}{13} a' : c$ in ihrem Ausdrucke gemein haben.

Lösen wir die Aufgabe allgemein, welches der Ausdruck des Seitenstückes ist, welches eine Fläche $\boxed{a' : n c : \infty b}$ und deren Gegenstück zu dem viergliedrigen Octaëder ergänzt, dessen Axe parallel der Längendiagonale von $\boxed{a : c : \infty b}$, d. i. $(c; a + o . b)$ ist; so erhalten wir zum Resultat: es ist die Fläche $\boxed{\frac{c^2}{a^2} a' : \frac{(n+1) c^2}{p (a^2 - n c^2)} b : c}$, wenn p den erforderlichen Werth ausdrückt, damit $\frac{b}{p} = \frac{a c}{\sqrt{a^2 + c^2}}$, so wie es beim Feldspath der Fall ist, wenn $p = 4$.

In Fig. 10. Taf. I. sei $CA = a$, $CC' = c$, also AC' die Längendiagonale der Fläche $\boxed{a : c : \infty b}$, beim Feldspath parallel der Axe der rechtwinklich vierseitigen Säule, EC' senkrecht auf AC', parallel der Längendiagonale von $\boxed{\frac{c^2}{a^2} a' : c : \infty b}$ oder der auf $\boxed{a : c : \infty b}$ senkrechten Fläche der vertikalen Zone (welche Fläche beim Feldspath an der rechtwinklich vierseitigen Säule zur gerad angesetzten Endfläche wird); es sei also $EC = \frac{c^2}{a^2} CA$; CF senkrecht auf EC', so ist

$$CF : AC' = EC : EA = \frac{c^2}{a^2} : 1 + \frac{c^2}{a^2} = c^2 : a^2 + c^2; \text{ folglich}$$

$$CF = \frac{c^2}{a^2 + c^2} AC' = \frac{c^2}{a^2 + c^2} \sqrt{a^2 + c^2} = \frac{c^2}{\sqrt{a^2 + c^2}}$$

Es sei ferner $CD = \frac{1}{n} CA$, also $DC'C$ die Neigung der Fläche $\boxed{a' : n . c : \infty b} = \boxed{\frac{1}{n} a' : c : \infty b}$ gegen die Axe CC', so ist, wenn DG senkrecht auf das verlängerte EC', für die Neigung von DC' gegen AC'

sin : cos, d. i. $GC' : DG = (n + 1) a c : a^2 - n c^2$.

Wenn nun das gesuchte Seitenstück durch E und C', d. i. durch die Puncte $\frac{c^2}{a^2} a'$ und c in den Dimensionen a' und c, also zugleich durch F gelegt, und sein Werth in b, d. i. in der in C senkrecht auf der Ebne der

Figur errichteten Dimension gesucht, also für seine Neigung gegen CF, diese Linie CF als Cosinus gegeben, und der Werth in b als der entsprechende Sinus gesucht wird, so mufs dieser Werth $= x$ sich verhalten,

$$x : CF = C'G : GD = (n+1)\, ac : a^2 - nc^2$$

Es mufs also sein $x = \frac{(n+1)\, ac}{a^2 - nc^2} \cdot \frac{c^2}{\sqrt{a^2 + c^2}}$

Wenn nun für $\frac{ac}{\sqrt{a^2+c^2}}$ gesetzt wird das ihm gleiche $\frac{b}{p}$, so ist der gesuchte Werth $\frac{(n+1)\, c^2}{(a^2 - nc^2)} \cdot \frac{b}{p} = \frac{(n+1)\, c^2}{p\,(a^2 - nc^2)}\, b$; folglich die gesuchte Fläche $= \boxed{\frac{c^2}{a^2}\, a' : \frac{(n+1)\, c^2}{p\,(a^2 - nc^2)}\, b : c}$, wie oben.

Es ist klar, dafs durch diese Formel die Lage der das viergliedrige Octaëder erzeugenden Flächen in Bezug auf das Krystallsystem, dessen Axen a, b, c sind, ohne Einschränkung allgemein bestimmt wird, p möge eine rationelle Gröfse sein oder nicht. Nur im ersten Falle wird die Lage der Ergänzungsflächen eine krystallonomisch mögliche sein, vorausgesetzt, dafs das Verhältnifs der Quadrate von a und c ebenfalls ein rationales ist, wie wir dies als Grundregel für alle krystallonomischen Linien ansehen dürfen. Ist aber, wie beim Feldspath, $a^2 : c^2 = 13 : 3$ (also $\frac{c^2}{a^2} = \frac{3}{13}$) und $p = 4$, so wird der Coëfficient von b, wie folgt:

(S. Beilage I.)

Hieraus ist also zugleich zu ersehen, welches bei dem Bavenoer oder Adular-Zwilling die Krystallrichtungen sind, in welchen in dem einen Individuum die Richtungen der Flächen der vertikalen Zone des andern Individuums sich fortsetzen. Und eben so beim Drilling und Vierling.

Vergleicht man die Coëfficienten von b, während der von $c = 1$, unter sich und mit dem ersten $= \frac{3}{4}$, so zeigt sich, dafs sie sämtlich unter der Form begriffen sind $\frac{3}{4\,(2x+1)}$ [1], und man hat die Fälle vor sich wo $x = 0, 1, 2, 3, 4, 6$, nebst $x = -\frac{1}{2}$.

---

[1] Diese Form wird zu $\frac{1}{4\,(2x+1)} = \frac{1}{p\,(2x+1)}$, wenn alle Coëfficienten durch 3 dividirt werden, d. i. wenn der Coëfficient von $c = \frac{1}{3}$ gesetzt wird.

Gehen wir fort zu den Gegenstücken und Seitenstücken der übrigen Feldspathflächen, welche symmetrisch gepaart bei dem Feldspathindividuum vorhanden sind, nicht einzeln, wie die Flächen seiner vertikalen Zone, so ist klar, dafs sich diese einander jederzeit zu Vierundvierkantnern (Tetramerokraspedon's) ergänzen; und es ist in dieser Frage die Aufgabe nicht minder, als im vorigen Fall, mit eingeschlossen, welches die Feldspathflächen sein würden, als welche sich bei dem Bavenoer und Adular-Zwilling, Drilling und Vierling dergleichen gepaarte Flächen des einen Individuums in den anliegenden und dem gegenüberliegenden Individuum fortsetzen, und gleichsam in ihnen fortklingen.

Es ist auch klar, dafs das Gegenstück ein Flächenpaar sein wird, gleicher Neigung unter sich wie das gegebene, und aus der Diagonalzone derjenigen Fläche der vertikalen Zone, welche gleiche und umgekehrte Neigung gegen die Axe der vierseitigen Säule hat, als die Kante des gegebnen Paares oder deren Abstumpfungsfläche. So wird das Gegenstück der Säule $\boxed{a : b : \infty c}$ in der Diagonalzone von r oder $\boxed{\frac{3}{5} a' : c : \infty b}$ $= \boxed{3 a' : 5 c : \infty b}$ als dem Gegenstück von k d.i. von $\boxed{a : \infty b : \infty c}$ sich befinden ([1]), und 60° gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ geneigt sein, wie T es ist. Nennen wir also die gesuchte Fläche $\boxed{\frac{3}{5} a' : n \,.\, b : c}$, so wird man haben

$$n \,.\, b : \frac{\frac{3}{5} a c}{\sqrt{(\frac{3}{5} a)^2 + c^2}} = \sqrt{3} : 1, \text{ d. i. wenn } b = 1, \; a = \sqrt{\tfrac{1}{3}}, \; c = \sqrt{\tfrac{1}{13}},$$

$$n = \frac{3 \sqrt{3}}{\sqrt{3 \,.\, 13} \,.\, \sqrt{3 + \frac{25}{13}}} = \frac{3}{\sqrt{3 \,.\, 13 + 25}} = \frac{3}{8};$$ mithin ist das Gegenstück von $\boxed{a : b : \infty c}$ die Fläche $\boxed{\frac{3}{5} a' : \frac{3}{8} b : c} = \boxed{\frac{1}{5} a' : \frac{1}{8} b : \frac{1}{3} c}$.

Das Gegenstück der Fläche $\boxed{a : \frac{1}{3} b : \infty c}$ ist die 3fach schärfer geneigte Fläche in der nämlichen Diagonale von $\boxed{\frac{3}{5} a' : c : \infty b}$, folglich, wie man ohne weitere Rechnung sieht, $= \boxed{\frac{3}{5} a' : \frac{1}{8} b : c}$.

In ähnlicher Art befindet sich das Gegenstück der Rhomboïdfläche $\boxed{a' : \frac{1}{2} b : c}$ in der Diagonalzone von $\boxed{a : 9 c : \infty b} = \boxed{\frac{1}{9} a : c : \infty b}$, und ist geneigt gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$, als den gemeinschaftlichen Zonenaufrifs sämtlicher Diagonalzonen, mit sin : cos = 2 : 1; folglich ist hier, wenn

([1]) vgl. oben S. 288.

die gesuchte Fläche $\boxed{\frac{1}{9}a : n.b : c}$ genannt wird, $n.b : \frac{ac}{\sqrt{a^2+9c^2}} = 2:1$;

$$n = \frac{2}{\sqrt{3.13}\,.\,\sqrt{\frac{1}{3}+\frac{81}{13}}} = \frac{2}{\sqrt{13+243}} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8};$$ mithin ist das Gegenstück von $\boxed{a' : \frac{1}{2}b : c}$ die Fläche $\boxed{\frac{1}{9}a : \frac{1}{8}b : c}$.

Das Gegenstück der Fläche $\boxed{a' : \frac{1}{6}b : c}$ würde abermals die 3fach schärfere der vorigen in der nämlichen Diagonalzone sein, folglich $= \boxed{\frac{1}{9}a : \frac{1}{24}b : c}$.

Da die untere Rhomboïdfläche $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c}$ gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ geneigt ist unter $\sin : \cos = \sqrt{5} : \sqrt{2}$, so ist ihr Gegenstück die Fläche mit gleicher Neigung gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ aus der Diagonalzone des Gegenstückes von $\boxed{\frac{1}{3}a' : c : \infty b}$, d.i. von $\boxed{\frac{1}{7}a' : c : \infty b}$; mithin wird, wenn die gesuchte Fläche $\boxed{\frac{1}{7}a' : n.b : c}$ genannt wird, $n.b : \frac{ac}{\sqrt{a^2+49c^2}} = \sqrt{5} : \sqrt{2}$;

$$n = \sqrt{\tfrac{5}{2}}\,.\,\frac{1}{\sqrt{3.13}\,.\,\sqrt{\frac{1}{3}+\frac{49}{13}}} = \sqrt{\tfrac{5}{2}}\,.\,\frac{1}{\sqrt{13+3.49}} = \sqrt{\tfrac{5}{2}}\,.\,\frac{1}{\sqrt{160}} = \frac{1}{\sqrt{64}} = \frac{1}{8};$$
folglich das gesuchte Gegenstück $= \boxed{\frac{1}{7}a' : \frac{1}{8}b : c}$.

Eben so wäre das Gegenstück der Fläche $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : c}$ die 2fach schärfere der nämlichen Diagonalzone, folglich $= \boxed{\frac{1}{7}a' : \frac{1}{16}b : c}$.

Da die Fläche $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c}$ gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ die 2fach stumpfere Neigung hat als $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c}$, also $\sin : \cos = 2\sqrt{5} : \sqrt{2} = \sqrt{10} : 1$, so mufs ihr Gegenstück die nämliche Neigung gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ haben in der Diagonalzone des Gegenstückes von $\boxed{\frac{1}{3}a : c : \infty b} = \boxed{a : 3c : \infty b}$, d. i. von $\boxed{7a' : c : \infty b}$; denn wenn in der Formel $\boxed{\frac{(2n+1)c^2 - a^2}{(n+2)a^2 - nc^2}a' : c : \infty b}$, (s. oben S. 291.), $n = -3$, so wird $\frac{-5.3-13}{-1.13+3.3} = \frac{-28}{-4} = \frac{28}{4} = 7$, also das Gegenstück von $\boxed{\frac{1}{3}a : c : \infty b}$ ist $\boxed{7a' : c : \infty b}$; und es wird jetzt für die Fläche $\boxed{7a' : n.b : c}$, $n.b : \frac{7ac}{\sqrt{49a^2+c^2}} = \sqrt{10} : 1$;

$$n = \sqrt{10}\,.\,\frac{7}{\sqrt{3.13}\,.\,\sqrt{\frac{49}{3}+\frac{1}{13}}} = \sqrt{10}\,.\,\frac{7}{\sqrt{49.13+3}} = \sqrt{10}\,.\,\frac{7}{\sqrt{640}} = \frac{7}{8};$$ folglich das Gegenstück von $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c}$ ist $\boxed{7a' : \frac{7}{8}b : c} = \boxed{a' : \frac{1}{8}b : \frac{1}{7}c}$.

Für $\boxed{\frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b : c}$, welches gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ geneigt ist unter $\sin : \cos = \sqrt{11} : \sqrt{8}$, wird das Gegenstück die eben so gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ geneigte Fläche aus der Diagonalzone von $\boxed{a' : \frac{3}{5}c : \infty b} = \boxed{\frac{5}{3}a' : c : \infty b}$

sein; es wird also für die Fläche $\boxed{\frac{5}{3}a' : n.b : c}$, $n.b : \frac{5ac}{\sqrt{25a^2 + 9c^2}} = \sqrt{11} : \sqrt{8}$;

$$n = \frac{5}{\sqrt{25.13 + 9.3}} . \sqrt{\tfrac{11}{8}} = \tfrac{5}{16}; \text{ also } \boxed{\tfrac{5}{3}a' : \tfrac{5}{16}b : c} = \boxed{\tfrac{1}{3}a' : \tfrac{1}{16}b : \tfrac{1}{5}c}$$

das gesuchte Gegenstück zu $\boxed{\frac{1}{5}a' : \frac{1}{8}b : c}$.

Für $\boxed{\frac{1}{5}a : \frac{1}{4}b : c}$ [1] würde daher, wie man sogleich einsieht, das gesuchte Gegenstück $= \boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : \frac{1}{5}c}$ sein.

Wenn endlich für $\boxed{b : c : \infty a}$ das Gegenstück gesucht wird, welches, wie jenes, gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ unter $\sin : \cos = \sqrt{13} : 1$ geneigt sein mufs, so wird es in der Diagonalzone von $\boxed{\frac{5}{13}a : c : \infty b}$ als dem Gegenstücke von $\boxed{c : \infty a : \infty b}$ $\left(= \boxed{a : o.c : b}\right)$ liegen, und es wird für die gesuchte Fläche $\boxed{\frac{5}{13}a : n.b : c}$ sein, $n.b : \frac{5ac}{\sqrt{25a^2 + 169c^2}} = \sqrt{13} : 1$; also $n = \frac{5\sqrt{13}}{\sqrt{25.13 + 13^2.3}} = \frac{5}{\sqrt{25 + 13.3}} = \frac{5}{8}$; folglich das gesuchte Gegenstück $= \boxed{\frac{5}{13}a : \frac{5}{8}b : c} = \boxed{\frac{1}{13}a : \frac{1}{8}b : \frac{1}{5}c}$.

Sucht man den Ausdruck des Gegenstückes für $\boxed{\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}b : c}$ allgemein, welcher, als einer Fläche aus der Diagonalzone des Gegenstückes von $\boxed{a : n.c : \infty b}$ gehörig, vorerst geschrieben werden kann $\boxed{\frac{1}{(n+2)a^2 - nc^2}a' : x.b : \frac{1}{(2n+1)c^2 - a^2}c}$, so hat man, zufolge der Proportion $\frac{ac}{\sqrt{a^2 + n^2c^2}} : \frac{b}{m} = \frac{ac}{\sqrt{((2n+1)c^2 - a^2)^2a^2 + ((n+2)a^2 - nc^2)^2c^2}} : x.b$,

$$x = \frac{\sqrt{a^2 + n^2c^2}}{m\sqrt{((2n+1)c^2 - a^2)^2a^2 + ((n+2)a^2 - nc^2)^2c^2}},$$

und der gesuchte allgemeine Ausdruck ist

$$\boxed{\frac{a'}{(n+2)a^2 - nc^2} : \frac{b\sqrt{a^2 + n^2c^2}}{m\sqrt{((2n+1)c^2 - a^2)^2a^2 + ((n+2)a^2 - nc^2)^2c^2}} : \frac{c}{(2n+1)c^2 - a^2}} \text{ [2].}$$

---

[1] Es ist dies eine beim Feldspath zwar nicht vorgekommene, jedoch mit den Flächen seines Systems in naher Verbindung stehende Fläche.

[2] Für Flächen aus der eigentlichen Diagonalzone selbst, d. i. für Flächen $\boxed{a : \frac{1}{m}b : c}$ ist nach den obigen Voraussetzungen (S. 291.) $n = -1$; also beim Feldspath, wo $a^2 : c^2 = 13 : 3$, $(n+2)a^2 - nc^2 = 1.13 + 1.3 = 16$; ferner $(2n+1)c^2 - a^2 = -(3 + 13) = -16$; mithin $\sqrt{((2n+1)c^2 - a^2)^2a^2 + ((n+2)a^2 - nc^2)^2c^2} = \sqrt{16.16.13 + 16.16.3} = 16\sqrt{13+3} = 16\sqrt{a^2 + n^2c^2}$; folglich wird der Ausdruck des Gegenstücks für eine Fläche der Diagonalzone bei ihm allgemein $\frac{a'}{16} : \frac{b}{m.16} : \frac{c'}{16} = \boxed{a : \frac{1}{m}b : c}$, d. i. gleich dieser Fläche selbst.

Beschäftigen wir uns mit den gefundenen Werthen dieser Gegenstücke etwas mehr im einzelnen, so zeigt sich bald, dafs nicht weniger als sechs von ihnen in der (ersten) Kantenzone selbst [1], d. i. zwischen P und T, und zugleich in Diagonalzonen von Flächen liegen, welche theils bekannte Feldspathflächen, theils mit den bekannten in dem nächsten und engsten krystallonomischen Zusammenhang stehende sind. Das Gegenstück der Seitenfläche $[a : b : \infty c]$ also liegt in der Diagonalzone von r, d. i. $[a' : \frac{5}{3} c : \infty b]$, und dafs es auch in der (ersten) Kantenzone liegt, spricht sein Zeichen $[\frac{3}{5} a' : \frac{3}{8} b : c]$ ebenfalls unmittelbar aus; denn $\frac{8}{3} - \frac{5}{3} = 1$ [2]. Das Gegenstück der Rhomboïdfläche $o = [a' : \frac{1}{2} b : c]$ liegt auch in dieser Kantenzone, wie sein Zeichen $[\frac{1}{9} a : \frac{1}{8} b : c]$ ausspricht; denn $9 - 8 = 1$; und in der Diagonalzone der 9fach schärferen (Fläche der vertikalen Zone) vorn, d. i. von $[a : 9c : \infty b]$, welche mit $[a : c : \infty b]$ und $[a : 5c : \infty b]$, wie man sogleich sieht, in einer Reihe sich befindet, und durch 2 Zonen direct bestimmt werden würde, welche von Flächen $[\frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c]$ (welches auch Abstumpfungen der stumpfen Endkanten sind, wie $[\frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c]$ und in der Diagonalzone von $[a : 5c : \infty b]$ liegen), nach den Seitenflächen $[a : b' : \infty c]$, und von Flächen $[\frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b' : c]$ nach Seitenflächen $[a : b : \infty c]$ gehen würden. Das Gegenstück der unteren Rhomboïdfläche $[\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c]$ liegt, wie abermals sein Zeichen $[\frac{1}{7} a' : \frac{1}{8} b : c]$ darthut, in der (ersten) Kantenzone; denn auch $8 - 7 = 1$; und zugleich liegt es in der Diagonalzone von $[a' : 7c : \infty b]$, d. i. der 7fach schärferen hinten, jener Fläche, welche durch 2 Zonen von $[\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c]$ nach den Seitenflächen $[a : b : \infty c]$ übers Kreuz bestimmt [3], und schon in Fig. 8. Taf. I. durch die Puncte angedeutet ist, in denen sich die Linien nm und Cy kreuzen, analog den oben betrachteten Durchschnittspuncten der Linien nm

---

(1) Man sieht dies unmittelbar in der Figur der Taf. II., wo alle die erwähnten Flächen sich gemeinschaftlich in dem Puncte kreuzen, in welchem T und P einander schneiden, und welcher mithin den Zonenpunct der Kantenzone TP in dieser Projection darstellt.

(2) s. die Abh. über den Epidot in den Abh. a. d. J. 1819. S. 261. Anm. vgl. mit S. 254. Anm.

(3) Die Fläche $[a' : 7c : \infty b]$ würde auf gleiche Weise, wie durch $[\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c]$, so auch durch $[a' : \frac{1}{6} b : c]$ bestimmt sein; denn auch $6 + 1 = 4 + 3 = 7$.

und CD, durch welche wir die grade angesetzte Endfläche der vierseitigen Säule $\boxed{a' : \frac{13}{3} c : \infty b}$ sich bestimmen sahen. Das Gegenstück von $\boxed{\frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c}$ liegt nochmals in der (ersten) Kantenzone, wie aus seinem Zeichen $\boxed{7 a' : \frac{7}{8} b : c}$ wiederum zu erkennen ist; denn auch $\frac{8}{7} - \frac{1}{7} = 1$; zugleich in der Diagonalzone von $\boxed{7 a' : c : \infty b}$, d. i. der 7fach stumpferen hinten, wieder in einfacher Beziehung zu dem bekannten $\boxed{3 a' : c : \infty b}$ u. s. f. Auch das Gegenstück von $\boxed{\frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c}$ würde in der ersten Kantenzone liegen; c hier immer in der Einheit genommen, ist sein Zeichen $= \boxed{\frac{5}{3} a' : \frac{5}{8} b : c}$; und auch $\frac{8}{5} - \frac{3}{5} = 1$; die Fläche aber, in deren Diagonalzone es zugleich liegt, d. i. $\boxed{\frac{5}{3} a' : c : \infty b}$ haben wir vorhin als das Gegenstück von $\boxed{a : 5 c : \infty b}$ gehabt. Endlich würde auch das Gegenstück von $\boxed{b : c : \infty a}$, d. i. $\boxed{\frac{5}{13} a : \frac{5}{8} b : c}$ noch in der ersten Kantenzone liegen, weil auch $\frac{13}{5} - \frac{8}{5} = 1$; und zwar zunächst über $\boxed{\frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c}$.

Dem Gegenstück der unteren Rhomboïdfläche möchte der Name einer noch untreren gegeben werden; denn sie stumpfte die Kante zwischen jener und der Seitenfläche ab; das Gegenstück der Seitenfläche läge zwischen der Rhomboïd- und der unteren Rhomboïdfläche (als die halb-untere, wenn wir uns der analogen Benennungen von schon früher angewendeten bedienen wollten). Die Gegenstücke von $\boxed{\frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c}$ und $\boxed{\frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c}$ wären dann obere Rhomboïdflächen zu nennen; sie liegen in der Kantenzone über den Rhomboïdflächen $\boxed{a' : \frac{1}{2} b : c}$ und auch auf der hinteren Seite des Endes; die Gegenstücke der letzteren selbst, als Abstumpfungen der stumpfen Endkanten dagegen auf der vorderen Seite des Endes.

Das Gegenstück zu $\boxed{a : \frac{1}{3} b : \infty c}$, d. i. $\boxed{\frac{3}{5} a' : \frac{1}{8} b : c}$ böte, aufser seiner schon bemerklich gemachten nahen Beziehung zu dem von $\boxed{a : b : \infty c}$, die wieder sehr einfache Eigenschaft dar, welche in der Figur der Taf. II. auch unmittelbar auffällt, dafs es nämlich in der Kantenzone der Seitenfläche der 10seitigen Säule, d. i. in der Zone zP, oder von $\boxed{a : \frac{1}{3} b : \infty c}$ nach $\boxed{a : c : \infty b}$ läge. Auch dies wird in seinem Zeichen zu erkennen sein; denn denken wir es in Beziehung auf die Dimensionen dieser Säule geschrieben, wo, a und c unverändert gelassen, b auf das Drittel vermindert ist, so wird sein Ausdruck $\boxed{\frac{3}{5} a' : \frac{3}{8} b : c}$; und dann

haben wir wieder $\frac{8}{3} - \frac{5}{3} = 1$. Das Gegenstück von $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : c}$ [1], d. i. $\boxed{\frac{1}{7}a' : \frac{1}{16}b : c}$, hat aufser der schon hervorgehobenen nächsten Beziehung auf das von $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c}$ noch die krystallonomisch einfache Eigenschaft, dafs es in der Kantenzone von $\boxed{a : 9c : \infty b}$ nach der Seitenfläche $\boxed{a : b : \infty c}$ fällt; denn $16 - 7 = 9$; es ist darin Abstumpfung der scharfen Endkante (wie jede Fläche, die wir Rhomboïdfläche nannten). Das Gegenstück von $\boxed{\frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b : c}$ läfst in seinem Zeichen $\boxed{\frac{5}{3}a' : \frac{5}{16}b : c}$ eine nähere Beziehung zu dem Gegenstück von $\boxed{b : c : \infty a}$ erkennen, indem es in die Kantenzone einer Schief-Endfläche $\boxed{a : \frac{13}{5}c : \infty b}$ gehört — (denn $\frac{16}{5} - \frac{3}{5} = \frac{13}{5}$) —, in deren Diagonalzone jenes zweite Gegenstück liegt. Dieses selbst aber erscheint wiederum, wie oben bemerkt, in der ersten Kantenzone der Schief-Endfläche $\boxed{a : c : \infty b}$.

So viel nur hier über den fast unerschöpflichen Reichthum von Eigenschaften, welche sich der Reflexion auf diesem Wege darbieten.

Es bleibt uns noch übrig zu untersuchen, welches die Seitenstücke zu den jetzt erörterten gepaarten Flächen sein werden, durch welche also sie und die Gegenstücke zu den Vierundvierkantnern erst vollends ergänzt werden.

Die Seitenstücke eines jeden der vorigen zerfallen offenbar in zwei verschiedene Glieder, das eine gegen die Seite gekehrt, wo $\boxed{a' : 3c : \infty b}$ u. s. f., das andere, wo $\boxed{a : \infty b : \infty c}$ u. s. f. liegt. Jene mag in der 4gliedrigen Stellung die vordere, diese die hintere Seite des Endes heifsen. So ist klar, dafs von einem Paar von Flächen des Vierundvierkantners, welche über einem und demselben M, d. i. $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ als Seitenfläche der vierseitigen Säule, erscheinen werden, die nach vorn und die nach hinten sich neigende ganz verschiednen krystallographischen Werth im Feldspath

---

[1] Diese Fläche sowohl als ihr Gegenstück und ihre Seitenstücke sind in der Figur Taf. II. ausgelassen worden; aus ihrem Zeichen $(a : \frac{1}{8}b : c)$ für die viergliedrige Stellung ist sogleich einleuchtend, dafs der Punct $\frac{1}{8}b$, d. i. ihr Durchschnitt mit P, auch ihrem Gegenstück $(a' : \frac{1}{8}b : c)$ zukommt, und dafs folglich auch dieses Gegenstück in einer Zone von $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : c}$ nach P liegen mufs. Zu einer grofsen Reihe ähnlicher Schlüfse führt die blofse Betrachtung der Taf. II. Der Buchstabe v in dieser Zeichnung entspricht nicht unsrer Fläche $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : c}$, sondern der Fläche $\boxed{\frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b : c}$; vgl. d. Abh. a. d. J. 1820. S. 160 u. 165.

haben wird, zwei Flächen hingegen, welche über gegenüberliegenden M-Flächen mit gleichen Neigungen, beide nach vorn oder beide nach hinten erscheinen, gleichen krystallographischen Werthes sind.

Zu ihrer allgemeinen Bestimmung wird folgendes gehören: Den beiderlei Gliedern, in welche die Seitenstücke zerfallen, sind diejenigen Linien (welche immer als Zonenaxen betrachtet werden können) gemein, welche als die abwechselnden Kanten des Vierundvierkantners den von den gegebnen Paaren selbst oder deren Gegenstücken unter sich gebildeten Kanten gleich sind, also gleiche Neigung gegen die Axe c der rechtwinklichen Säule haben, aber gegen die Dimensionen b derselben (senkrecht auf $\boxed{b : \infty a : \infty c}$) gekehrt sind, wie es jene gegen die Dimensionen a sind (d. i. gegen die Dimensionen senkrecht auf $P = \boxed{a : c : \infty b}$). Wird also eine solche Linie bestimmt, so kennen wir eine Zone, in welche die zu bestimmende Fläche gehört. Wir wissen zweitens von letzterer, wie sie gegen den Aufrifs einer solchen Zone, d.i. gegen die Ebne P oder $\boxed{a : c : \infty b}$ geneigt ist; nämlich wenn sie das Seitenstück zu einer gegebenen Fläche sein soll, eben so, wie diese gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$. Wenn wir jetzt noch in Rechnung bringen, wie sie mit dieser Neigung einmal gegen die vordere, das andremal gegen die hintere Seite des Endes der rechtwinklichen Säule liegt, so haben wir die Elemente zu ihrer Bestimmung, ohne dafs wir uns andrer Hülfsmittel bedienen, vollständig.

Ein solches reiches Hülfsmittel würde allerdings hier wiederum die Anwendung der graphischen Methode, also das nähere Studium der Figur Taf. II. sein; sie würde ungemein vielfältige Betrachtungen darbieten, und auf viele Zonen aufmerksam machen, mit Hülfe welcher wir bald auf kürzerem, bald auf längerem Wege zu der Bestimmung des gesuchten Seitenstückes gelangen würden (¹). Je mannigfaltiger diese Betrachtungen durch die Methode dargeboten werden, desto nothwendiger wird es sein, indem

(¹) Es kann hier nicht von der blofsen Einzeichnung in die Figur die Rede sein; denn diese ist durch Umkehrung der Werthe in den a und b der viergliedrigen Stellung, d. i. in der vertikalen und horizontalen Mittellinie der Zeichnung schon gegeben, wie durch den Begriff des Seitenstückes es sein Zeichen in der viergliedrigen Stellung ist: $(\frac{1}{4}a : \frac{1}{3}b : c)$ u. s. f.

wir dem Selbststudium den weiteren Verfolg derselben empfehlen, uns hier nur auf die erlangten Resultate und auf einige Beispiele zu beschränken, welche wir zunächst im Wege des ersten Verfahrens wählen.

Die Resultate geben wir in folgender Tabelle, in welcher wir die bereits gefundenen Gegenstücke, so wie die der viergliedrigen Stellung entsprechenden Ausdrücke der Flächen (in Klammern) zugleich mit aufnehmen.

(S. Beilage II.)

Für beide Seitenstücke zu $\boxed{a : b : \infty c}$ also wäre gegeben die Zone, deren Axe die Linie ist, welche wir in der viergliedrigen Stellung die Längendiagonale des Seitenstückes von $\boxed{a : \infty b : \infty c}$ nennen können, d. i. die Linie, in welcher $\boxed{\frac{3}{13} a' : \frac{1}{4} b : c}$ von $P = \boxed{a : c : \infty b}$ geschnitten wird; also die Linie $(c;\ a + \frac{4}{3} b) = (\frac{4}{3} b;\ a' + c)$. Diesen letzteren Ausdruck der Linie wählen wir hier, damit die Ebne, durch sie und den Mittelpunct der Construction gelegt, parallel wird der Fläche $\boxed{a : c : \infty b}$.

In der Richtung senkrecht auf $\boxed{a : c : \infty b}$ aber vom Mittelpunct der Construction aus kommt der gesuchten Fläche, wenn sie durch die Linie $(\frac{4}{3} b;\ a' + c)$ gelegt wird, ein Abstand Cp oder Cp' (Fig. 11. Taf. I.) [1] zu im Verhältnifs zu dem Perpendikel auf diese Linie, d. i. zu dem Perpendikel $\frac{\frac{4}{3} b \sqrt{a^2 + c^2}}{\sqrt{(\frac{4}{3} b)^2 + a^2 + c^2}} = \sqrt{3} : 1$; dies ist das zweite Datum zur Bestimmung der gesuchten Fläche. Wir haben nun für die gesuchte Ebne: 1) den Punct $\frac{4}{3} b$ (aufserhalb der Figur); 2) und 3) in der Ebne ac die beiden Puncte $(a' + c)$, d. i. q, und den eben construirten Endpunct p oder p' des Perpendikels auf die durch den Mittelpunct parallel mit $\boxed{a : c : \infty b}$ gelegte Ebne. Man darf also nur die Puncte q und p oder p' durch eine gerade Linie qp oder qp' verbinden, so giebt der Durchschnitt jeder derselben mit den Coordinatenlinien a und c die der Fläche zukommenden Werthe in a und c, während sie in b, $\frac{4}{3} b$ hat.

---

[1] In Fig. 11. Taf. I. ist die Ebne ac dargestellt, $Ca = a$, $Cn = c$; der Punct q ist also der Punct $(a' + c)$; Cl ist senkrecht auf an, Cp und Cp' in der Verlängerung von Cl. Die Dimension b ist in C senkrecht auf der Ebne der Figur.

Da nun in den Feldspathwerthen $\frac{4b\sqrt{a^2+c^2}}{\sqrt{16b^2+9(a^2+c^2)}} = \frac{4.1.4}{\sqrt{3.13}.\sqrt{16+9.\frac{16}{3.13}}}$ $= \frac{4}{\sqrt{3.13+9}} = \frac{4}{\sqrt{48}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$, so ist das gesuchte Perpendikel Cp: $\frac{1}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}:1$; also $Cp = 1$; und da Cl (Fig. 11. Taf. I.) d. i. das Perpendikel aus C auf $\boxed{a:c:\infty b} = \frac{ac}{\sqrt{a^2+c^2}} = \frac{1}{\sqrt{3.13}.\sqrt{\frac{1}{3}+\frac{1}{13}}} = \frac{1}{\sqrt{16}} = \frac{1}{4}$, so ist $Cp = 4Cl$. Da ferner die von a nach c gezogene Linie an durch das Perpendikel Cl getheilt wird im Verhältnifs $nl:la = 3:13$, so ist der Ausdruck des Endpunctes $p = 4(\frac{3}{16}a + \frac{13}{16}c) = (\frac{3}{4}a + \frac{13}{4}c)$.

Unsre beiden Theile des Seitenstückes von $\boxed{a:b:\infty c}$ haben nun den Werth von p in entgegengesetztem Sinne, während sie die Linie $(\frac{4}{3}b; a'+c)$ gemeinsam haben. Diejenige Fläche, welche nach der Seite von $\boxed{a':3c:\infty b}$ hin liegt, welche wir in der Tabelle die vordere nannten, hat denselben in Cp (Fig. 11. Taf. I.), die entgegengesetzte in Cp' derselben Figur. Es sind also die zwei Linien pqr und $qp'f$, welche den beiden gesuchten, gemeinschaftlich durch $\frac{4}{3}b$ gelegten Flächen zukommen, und die Linien Cr, Cd und Cs, Cf die ihnen entsprechenden Werthe in a und c. Nun ist, wenn pg und $p'h$, so wie qn und lm, senkrecht auf gf,

$$dn:dg = nq:pg = 1:\frac{3}{4} = 4:3;\ dn = \frac{4}{7}(dn+dg) = \frac{4}{7}ng.$$

Aber $ng = Cg - Cn = (\frac{13}{4}-1)c = \frac{9}{4}c$; also $dn = \frac{4}{7}.\frac{9}{4}c = \frac{9}{7}c$;
und $Cd = (\frac{9}{7}+1)c = \frac{16}{7}c$;
ferner $Cr:nq = Cd:dn = \frac{16}{7}:\frac{9}{7} = 16:9$; $Cr = \frac{16}{9}nq = \frac{16}{9}a'$;
also die gesuchte Fläche $= \frac{16}{9}a':\frac{4}{3}b:\frac{16}{7}c = \boxed{\frac{1}{9}a':\frac{1}{12}b:\frac{1}{7}c}$.

Weiter ist $nf:hf = nq:hp' = 1:\frac{3}{4} = 4:3$; also $nh:nf = 1:4$; aber $nh = Cn + Ch = (1+\frac{13}{4})c = \frac{17}{4}c$; folglich $nf = 4.\frac{17}{4}c = 17c$; und $Cf = (17-1)c = 16c$;
ferner $Cs:nq = Cf:nf = 16:17$; mithin $Cs = \frac{16}{17}nq = \frac{16}{17}a'$;
also die gesuchte Fläche $= \frac{16}{17}a':\frac{4}{3}b:16c' = \frac{1}{17}a':\frac{1}{12}b:c' = \boxed{\frac{1}{17}a:\frac{1}{12}b':c}$, im Sinne eines zwei- und eingliedrigen Systems, wie das des Feldspathes ist, nicht verschieden von der ihr gleichartigen $\boxed{\frac{1}{17}a:\frac{1}{12}b:c}$.

Es sind also die zweierlei Flächen, welche zusammen das Seitenstück zu $\boxed{a:b:\infty c}$ bilden, $\boxed{\frac{1}{17}a:\frac{1}{12}b:c}$ und $\boxed{\frac{1}{9}a':\frac{1}{12}b:\frac{1}{7}c}$. Jede

der beiden Flächen zeigt sogleich eine bemerkenswerthe Eigenschaft, die erstere, dafs sie in der Kantenzone von $\boxed{a : 5c : \infty b}$, die letztere, dafs sie in der Kantenzone von $\boxed{a' : 3c : \infty b}$ liegt, weil $17 - 12 = 5$, und $\frac{12}{7} + \frac{9}{7} = \frac{21}{7} = 3$, oder $12 + 9 = 3 \times 7$. Diese Eigenschaften legen sich sogleich an den Tag bei Betrachtung der Taf. II. Und in ähnlicher Weise ist eben eine solche Darstellung fruchtbar an Auffindung von Zonen, durch welche die Bestimmung der Flächen erhalten werden kann, oder welche an schon bestimmten Flächen zur weiteren Kenntnifs gelangen.

Um den Weg deutlich zu machen, auf welchem man mit Hülfe einer solchen graphischen Darstellung Aufgaben wie die gegenwärtigen löst, so fassen wir die Linien, welche die beiden Seitenstücke von *T* (¹) in der Figur der Taf. II. bezeichnen, näher ins Auge, und verfolgen ihre Durchschnitte mit den übrigen Linien, deren Bedeutung, wenn sie bekannten Feldspathflächen selbst angehören, durch die für die letzteren gewöhnlich gebrauchten Buchstaben, wenn sie Gegenstücken oder Seitenstücken von solchen angehören, durch die Symmetrie ihrer Lage gegen jene, kenntlich wird. Hier sind also die beiden Seitenstücke durch die zwei Linienpaare ausgedrückt, welche von einem $\frac{1}{3}$-punct der horizontalen (*b*), rechts oder links, nach einem $\frac{1}{4}$-punct oben oder unten der vertikalen Mittellinie der Figur, von einem und demselben $\frac{1}{3}$-punct (*b*) also aus, die eine gegen *y* hin abwärts, die andere aufwärts nach der Seite, wo *k* liegt, ausgezogen sind.

Die Linie gegen *y* hin schneidet *y* wieder in dem Puncte, in welchem *y* selbst von den Linien *n*, *T*, *o* u. s. w. geschnitten wird. Dafs dem genau so ist, wird durch eine leichte Rechnung gefunden. Ein solcher Punct ist aber nichts andres als der Zonenpunct der Zone *T*, *n*, *o*, *y*, d. i. der Zone von $\boxed{a : b : \infty c}$ nach $\boxed{a' : 3c : \infty b}$, welche wir früherhin die zweite Kantenzone (²) genannt haben, und deren Axe $= (3c;\ a' + b)$

(¹) Die Flächen *T* selbst gehen von einem Puncte der oberen Hälfte der vertikalen Mittellinie, der vom Mittelpunct um $\frac{1}{3}$ des Abstandes der Seite des Quadrates selbst absteht, kurz ausgedrückt, vom $\frac{1}{3}a'$-punct durch einen $\frac{1}{4}b$-punct (in der horizontalen Mittellinie) verlängert in eine der unteren Ecken des Quadrates der Figur, in welcher *y* von *n* geschnitten wird.

(²) Eine strengere Benennung wäre: die Kantenzone der 3fach schärferen hinteren Endfläche; und so in andern Fällen mehr.

$= (c;\ \frac{1}{3}a' + \frac{1}{3}b)$. Der Punct $\frac{1}{3}(b)$ selbst ist der Durchschnittspunct der Linie P mit der des Seitenstücks zu k und r, d. i. der Punct, welcher die Zone von $\boxed{a : c : \infty b}$ nach $\boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{1}{4}b : c}$ ausdrückt; die Axe dieser Zone ist $(c;\ a + \frac{4}{3}b)$. Die beiden eben geschriebenen Zonen aber combinirt, geben für die, beiden gemeinschaftliche, Fläche den Werth $\boxed{\frac{1}{9}a' : \frac{1}{12}b : \frac{1}{7}c}$, wie, sei es durch die allgemeinen Formeln, sei es durch eine leichte specielle Construction nach Art der vorigen gefunden wird.

Eine dritte Zone ist für dieselbe Fläche angedeutet durch den $\frac{1}{4}$-punct in (a), welcher die Zone anzeigt, in welcher eine Fläche $(\frac{1}{4}a : c : \infty b)$ von $M = \boxed{b : \infty a : \infty c}$ geschnitten werden würde, d. i. die Diagonalzone von $(\frac{1}{4}a : c : \infty b)$. Aber diese Fläche wird zu übersetzen sein in die Feldspathwerthe a, b, c der zwei- und eingliedrigen Stellung. In Fig. 10. Taf. I. wird sie der Linie CHK entsprechen, wenn $GH = 4 . GD$ (also $DH = 3 . GD$); in dieser Figur nämlich entspricht DC' der Fläche $y = \boxed{a' : 3c : \infty b}$ $= (a : c : \infty b)$ viergliedrig, $C'G = (a)$, $DG = (c)$ viergliedrig genommen; AC' entspricht der Fläche $P = \boxed{a : c : \infty b}$, also $AC = a$, $CC' = c$, $DC = \frac{1}{3}AC$, EC (1) $= \frac{3}{13}AC$, $DE = (\frac{1}{3} - \frac{3}{13})\,AC = \frac{4}{39}AC$, ferner $C'G : GD = \sqrt{39} : 1$, und $GE : EC' = 1 : 12$ (2).

Die Frage ist jetzt: wie grofs ist CK? Aber in dem Dreieck KGC' haben wir $GE : EC' = 1 : 12$, und $GD : DH = 1 : 3$, folglich nach unserm Lehrsatz (Abh. v. 1824. S. 244. Note.) $(v : w = m\,(x + y) : ny - mx)$

$$KD : DE = DH . GC' : GD . EC' - DH . GE$$

$$= 3 . 13 : 1 . 12 - 3 . 1 = 39 : 9 = 13 : 3$$

also $KD = \frac{13}{3}DE = \frac{13}{3} . \frac{4}{39}AC = \frac{4}{9}AC$;

und $KC = KD + DC = (\frac{4}{9} + \frac{1}{3})\,AC = \frac{7}{9}AC = \frac{7}{9}a'$;

---

(1) Die Linie $C'EG$ ist senkrecht auf AC' und HG; daher HG parallel mit AC', parallel der Axe (c) in der viergliedrigen Stellung, gegen welche Axe die Fläche y geneigt ist, mit $\sin : \cos = C'G : DG = \sqrt{39} : 1$.

(2) Wenn nämlich $CA = \sqrt{13}$, $CC' = \sqrt{3}$, $DC = \frac{\sqrt{13}}{3}$, $EC = \frac{3}{13}\sqrt{13} = \frac{3}{\sqrt{13}}$, so ist $DC' = \sqrt{\frac{13}{9} + 3} = \frac{\sqrt{40}}{3}$; $GC' = \sqrt{\frac{39}{40}}\,DC' = \frac{\sqrt{39}}{3} = \sqrt{\frac{13}{3}}$; $EC' = \sqrt{\frac{9}{13} + 3} = \sqrt{\frac{48}{13}} = \sqrt{\frac{48 . 3}{13 . 13}}\,GC'$ $= \frac{12}{13}GC'$, mithin $GE : EC' = 1 - \frac{12}{13} : \frac{12}{13} = 1 : 12$, wie oben.

folglich $KC : CC' = \frac{7}{9} a' : c$;

und die gesuchte Fläche $= \boxed{\frac{7}{9} a' : c : \infty b} = \boxed{\frac{1}{9} a' : \frac{1}{7} c : \infty b}$, in deren Diagonalzone offenbar die vorhin gefundene Fläche $\boxed{\frac{1}{9} a' : \frac{1}{12} b : \frac{1}{7} c}$ liegt. Die Axe der Zone, welche der Punct $(\frac{1}{4} a)$ ausdrückt, ist in der zwei-und-eingliedrigen Stellung $= (c;\ \frac{7}{9} a' + o . b)$. Combinirt man diese Zone mit einer der beiden vorigen, so erhält man das vorige Resultat.

Der Theil des Seitenstückes, welcher auf der hinteren Seite oder gegen k hin liegt, würde sich eben so durch die zwei Zonen bestimmen lassen, deren eine durch den $\frac{1}{4}$-punct in (a) gegen k hin, die andere durch den $\frac{1}{3}$-punct in (b) angegeben ist. Die letztere Zone ist die obige, deren Axe $= (c;\ a + \frac{4}{3} b)$; die erstere als die Diagonalzone des Gegenstückes von $\boxed{\frac{1}{9} a' : \frac{1}{7} c : \infty b} = \boxed{a' : \frac{9}{7} c : \infty b}$ ist die der Fläche $\boxed{\frac{1}{17} a : c : \infty b}$; denn wenn $n = \frac{9}{7}$, so ist nach der Formel des Gegenstückes $\frac{(2n + 1) c^2 - a^2}{(n + 2) a^2 - n c^2} a' : c : \infty b$ die gesuchte Fläche $= \frac{\frac{25}{7} . 3 - 13}{\frac{23}{7} . 13 - \frac{27}{7}} a'$: u.s.f. $= \frac{75 - 91}{299 - 27} = - \frac{16}{272} a' = \boxed{\frac{1}{17} a : c : \infty b}$.

Und beide Zonen combinirt geben für dieses Seitenstück die Fläche $\boxed{\frac{1}{17} a : \frac{1}{12} b : c}$.

Allein die graphische Zeichnung giebt zwei andere Zonen für dieselbe Fläche sogleich zu erkennen, nämlich die, in welcher sich T und t mit n schneiden, d. i. die von $\boxed{a : b : \infty c}$ nach $\boxed{a : 5c : \infty b}$, oder unsre dritte Kantenzone [1], deren Axe $= (a;\ b + 5c) = (c;\ \frac{1}{5} a + \frac{1}{5} b)$; und zweitens die Zone, in welcher n das Gegenstück von y, d. i. $\boxed{a' : 7c : \infty b}$ schneidet; die Axe dieser Zone ist $(c;\ \frac{1}{7} a' + \frac{2}{7} b')$. Man kann somit auf mannichfache Weise die Rechnung variiren, und die eine zur Controlle der andern gebrauchen. Man wird im weiteren Verfolg mehr und mehr bis dahin unbeachtet gebliebene Verbindungen der Flächen in Zonen beinah unwillkührlich gewahr.

Wollen wir uns den Vierundvierkantner vollendet vorstellen, welchen die Flächen $\boxed{a : b : \infty c}$ mit ihrem Gegenstück und ihren beiden Seiten-

---

[1] d. i. die der fünffach schärferen vorderen Endfläche.

stücken zusammen geben, so erhalten wir ihn zunächst in der Gestalt, wie er an dem Vierling des Adulars an dem dem gewöhnlichen freien entgegengesetzten Ende erscheint, d. i. an dem, an welchem die Flächen der vertikalen Zone nicht die ausspringenden, sondern die einspringenden Zwillingswinkel bilden; an diesem Ende nämlich stofsen die Flächen T, T jedes Individuums paarweise symmetrisch in ihrer Kante von 120° zusammen, die Fläche T des einen Individuums aber mit der des angrenzenden in jenem flach einspringenden Winkel, welcher gleich ist dem an dem gewöhnlich freien Ende so characteristischen flach ausspringenden Zwillingswinkel zwischen den zusammenstofsenden T und T (169° 51′ 29″,5; für dessen Hälfte sin : cos $= \sqrt{127} : 1$) mit einer Neigung ihrer Kante gegen die Axe der vierseitigen Säule von 51° 36′ (sin : cos $= \sqrt{78} : 7$). Eben diesen Winkel nun würde, wie die Zeichnung in Taf. II. deutlich darthut, die Fläche T oder ihr Gegenstück mit dem Seitenstück einspringend bilden, wenn wir bei dem einen, wie bei dem andern, von den entsprechenden $\frac{1}{3}$-puncten in (a) und (b), nicht von den $\frac{1}{4}$-puncten ausgehen; die dann entstehenden flach einspringenden Winkel des Umrisses sieht man in der Zeichnung; sie liegen in den Durchschnitten mit den Flächen n. Die Linien, welche sie bilden, müssen sich daher erst kreuzen, und die Fläche $\left[a : b : \infty c\right]$ und ihr Seitenstück ihre Lage jenseit der Fläche n gegenseitig vertauschen, um ausspringend in den Kanten des wirklichen Vierundvierkantners zusammenzustofsen; es verschwinden dann auch die Kanten von 120° aus dem äufseren Umrifs des Vierundvierkantners, und an seine Stelle treten die neuen Kanten in den durch (a) und (b) gehenden Vertikalebnen, von gleichartigen Hälften der Seitenstücke untereinander gebildet, so wie von einer Fläche $\left[a : b : \infty c\right]$ mit der ihres Gegenstückes gleicher (rechter oder linker) Seite; die beiderlei ausspringenden Winkel des Querschnittes zeigt die Zeichnung wieder deutlich; die wahren Kantenwinkel des Vierundvierkantners aber sind durch die leichten Formeln des viergliedrigen Systems aus dem gegebenen Werthe der Flächen $= \left[\frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a : c\right]$ leicht zu berechnen [1].

---

[1] Allgemein ist, wenn im viergliedrigen System die Fläche des Vierundvierkantners als

Zu ähnlichen Erörterungen würde uns, wollten wir alle die Beispiele der übrigen gepaarten Flächen durchgehen, und ihre Seitenstücke entwikkeln, jedes derselben Anlafs bieten; wir mufsten uns begnügen, die Resultate in der Tabelle anzugeben, und überlassen dem Selbststudium die Betrachtungen, zu welchen auch nur die Vergleichung der in der Tabelle angegebenen Resultate führt.

Es bleiben uns noch verschiedene andere Bemerkungen übrig, die wir nicht ganz mit Stillschweigen übergehen können.

Die erste möchte die Aussicht sein, welche sich aus der viergliedrigen Betrachtung des Feldspathsystems, wie wir sie bis hieher durchgeführt haben, wenigstens als möglich und fragweise ergiebt: ob es wohl nunmehr gelingen möchte, mit einiger Sicherheit andre wirklich viergliedrige Systeme, Feldspathverwandter Fossilien insbesondre, mit dem Feldspathsystem in einen strengern Zusammenhang zu bringen, und sogar aus ihm ableiten zu können? — Man wird zunächst an Skapolith und die ihm verwandtesten Fossilien erinnert. Wie mannichfaltig lägen jetzt die möglichen Vergleichungen vor uns, um solche Formen, so weit sie durch ihre Winkel specifisch mit hinlänglicher Sicherheit bekannt sind, unter denen wiederzu-

---

$\boxed{\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}a : c}$ und $m > n$ gegeben, ausgeführter also ihr Zeichen dieses ist,

$\overline{\boxed{\frac{1}{n}a : \frac{2}{n+m}s : \frac{1}{m}a : \frac{2}{m-n}s}}^{\,c}$, wo $2s = a\sqrt{2}$, also $4s^2 = 2a^2$,

für die halbe Neigung in der Endkante an a,

$$\sin : \cos = \frac{a}{n} : \frac{ac}{m\sqrt{\frac{a^2}{m^2} + c^2}} = \sqrt{a^2 + m^2c^2} : nc$$

für die halbe Neigung in der Endkante an s,

$$\sin : \cos = \frac{2s}{m-n} : \frac{2sc}{\sqrt{4s^2 + (n+m)^2c^2}} = \sqrt{4s^2 + (n+m)^2c^2} : (m-n)c$$

für die Neigung der Endkante an a gegen die Axe c, $\sin : \cos = \frac{a}{m} : c$

für die Neigung der Endkante an s gegen die Axe c, $\sin : \cos = \frac{2s}{n+m} : c$

Dies giebt, wenn $a : c = \sqrt{39} : 1$, $n = 3$, $m = 4$,

für die erste Neigung, $\sin : \cos = \sqrt{39 + 16} : 3 = \sqrt{55} : 3$
für die zweite, $\sin : \cos = \sqrt{78 + 49} : 1 = \sqrt{127} : 1$, wie oben;
für die dritte, $\sin : \cos = \sqrt{39} : 4$
für die vierte, $\sin : \cos = \sqrt{78} : 7$, wie oben.

finden, welche das Feldspathsystem umfafst, wenn es zu seinem viergliedrigen Character ergänzt wird! Wir dürfen nur zunächst an den Feldspathzwilling und Vierling zurückgehen, zu denjenigen Octaëdern, die wir construirt haben, die Octaëder der andern Ordnung hinzudenken, welche durch die Zwillingskanten und deren Neigung gegen die Axe repräsentirt werden, dann diejenigen hinzufügen, welche mit seinen verschiedenen Vierundvierkantnern in directer krystallonomischer Verbindung stehen; so gewahrt man bald den kaum erschöpfbaren Reichthum an solchen zu versuchenden Zusammenstellungen und Vergleichungen; das Feld derselben ist aber zu ausgedehnt, als dafs wir es hier hätten mehr als blofs eröffnen wollen; es erheischt seine eigne specielle Bearbeitung.

Eine andere allgemeinere Reflexion liegt den vorangegangenen Betrachtungen gleichfalls nahe, nämlich die Frage: Kann wohl in dem Feldspathsysteme eine Fläche vorkommen, welche gegen die Axe der rechtwinklich vierseitigen Säule genau 45° geneigt wäre? Wäre dem so, so sieht man ein, dafs das viergliedrige Feldspathsystem aus dem regulären (sphäroëdrischen) ableitbar, und nichts andres als ein Theil von diesem wäre. Denn sobald es irgend eine Fläche eines Vierundvierkantners in einem viergliedrigen Systeme giebt, welche gegen dessen Axe genau 45° geneigt ist, so giebt es in diesem Systeme auch zwei unter sich gleiche und rechtwinkliche Queraxen, gleich der Längenaxe und ebenfalls rechtwinklich auf ihr, also ein System mit drei unter sich gleichen und rechtwinklichen Axen, d. i. ein System zusammenfallend mit dem regulären.

Wo dem so ist, da ist also, wenn wir die Fläche allgemein schreiben $\boxed{\frac{a}{n} : \frac{a}{m} : c}$, das Perpendikel aus dem Mittelpunct auf die Linie von $\frac{a}{n}$ nach $\frac{a}{m}$ gleich c, also $\frac{a}{\sqrt{n^2 + m^2}} = c$, oder $a^2 = (n^2 + m^2)\, c^2$, folglich bei den Werthen des Feldspathsystems in der viergliedrigen Stellung

$$n^2 + m^2 = 39$$

n und m aber müfsten rationale Zahlen sein, ganze oder gebrochene, wenn der Fall krystallonomisch möglich wäre. Im Fall es gebrochene Zahlen

wären, und wir deren Nenner unter einen gemeinschaftlichen Ausdruck brächten, demnach also die Zähler und Nenner besonders schrieben, wie $\frac{n}{p}$ und $\frac{m}{p}$, so wäre die Bedingungsgleichung

$$n^2 + m^2 = p^2 \, . \, 39.$$

Dieser Bedingungsgleichung leisten jedoch keine rationellen Werthe von n, m und p Genüge; und daraus folgt, dafs es im Feldspathsysteme keine Krystallfläche giebt, welche gegen die Axe der rechtwinklich vierseitigen Säule genau 45° geneigt wäre, und dafs somit das viergliedrige System $a : a : c = \sqrt{39} : \sqrt{39} : 1$ in dieser Weise aus dem regulären **keineswegs ableitbar** ist.

Allein, was sich bei weiterer Betrachtung ergiebt: **das Feldspathsystem ist noch andrer viergliedriger Stellungen** fähig, als der seiner rechtwinklich vierseitigen Säule P und M, als gerader Abstumpfungen der Kanten der ebenfalls rechtwinklichen vierseitigen Säule $n = \boxed{a : \frac{1}{4} b : c}$ (beide, wie wir schon bemerkt haben, sich verhaltend wie die **erste** und die **zweite** rechtwinklich vierseitige Säule eines viergliedrigen Systems). Der Fall wird so oft da sein, als in der Diagonalzone irgend einer seiner Flächen $\boxed{a : m \, . \, c : \infty b}$, $\boxed{a : m \, . \, b : \infty c}$, $\boxed{b : m \, . \, c : \infty a}$ es Flächen $\boxed{a : \frac{1}{x} b : m \, . \, c}$, $\boxed{a : m \, . \, b : \frac{1}{x} c}$, oder $\boxed{\frac{1}{x} a : b : m \, . \, c}$ mit 90° Neigung gegeneinander (wie die der Diagonalflächen $\boxed{a : \frac{1}{4} b : c}$) geben wird; die Längendiagonale [1] einer solchen Fläche wird dann jedesmal die Axe der viergliedrigen Stellung sein. Ob überhaupt in einem gegebenen einundeinaxigen Krystallsysteme $a : b : c$ die Anlage zu einer viergliedrigen Stellung, so wie beim Feldspath, vorhanden ist, wird auf dieselbe Bedingung zurückkommen.

Ist die Fläche aus der Diagonalzone einer Fläche unsrer vertikalen Zone $\boxed{a : m \, . \, c : \infty b}$, so ist, wenn sie mit der ihr gleichartigen 90° bil-

---

[1] In dem Falle der Fläche $\boxed{a : m \, . \, b : \frac{1}{x} c}$ ist es die horizontale Linie von a nach $m \, . \, b$.

den, also der Sinus ihrer Neigung in der Diagonalzone dem Cosinus gleich sein soll, die Gleichung offenbar diese

$$\frac{b}{x} = \frac{a\,m\,c}{\sqrt{a^2 + m^2 c^2}},$$

wobei, wenn der Fall krystallonomisch möglich sein soll, x sowohl als m, rationale Gröfsen sein müssen.

Da nun $x = \frac{b\sqrt{a^2 + m^2 c^2}}{a\,m\,c}$, so wird, wenn man für a, b, c die Werthe $\sqrt{13}$, $\sqrt{39}$, $\sqrt{3}$ substituirt, allgemein $x = \frac{\sqrt{13 + m^2 . 3}}{m}$, also der Fall so oft möglich sein, als $13 + m^2 . 3$ das Quadrat einer Rationalzahl ist. Dies findet aber offenbar, aufser dem Fall, wo $m = 1$, auch Statt, wenn $m = 2$, also $13 + 4 . 3 = 25$, wo $x = \frac{5}{2}$ wird; und man sieht auf der Stelle, dafs der Feldspath zum zweitenmal eine viergliedrige Stellung erhält, wenn eine Fläche $\boxed{a : 2c : \infty b}$ an die Stelle seiner Fläche $\boxed{a : c : \infty b}$ träte, und mit ihr eine Fläche $\boxed{a : \frac{2}{5} b : 2c} = \boxed{\frac{1}{2} a : \frac{1}{5} b : c}$ an die Stelle von $n = \boxed{a : \frac{1}{4} b : c}$; denn auch diese Fläche wäre, wie n, unter 90° gegen die ihr gleichartige geneigt in der Diagonalzone von $\boxed{a : 2c : \infty b}$, wie die Rechnung leicht bestätiget; allerdings wird $\frac{\frac{a}{2} . c}{\sqrt{(\frac{a}{2})^2 + c^2}} = \frac{b}{5}$, oder $\frac{a\,c}{\sqrt{a^2 + 4c^2}} = \frac{b}{5}$, wenn a, b, c die Feldspathwerthe $\sqrt{13}$, $\sqrt{39}$, $\sqrt{3}$ hat; die Gleichung reducirt sich dann auf diese, $\sqrt{13 + 4 . 3} = 5$.

Nicht minder, wenn $m = 6$, also $13 + 36 . 3 = 121$, mithin $x = \frac{11}{6}$. In der Diagonalzone von $\boxed{a : 6c : \infty b}$ also fände sich die gleiche Eigenschaft für die Fläche $\boxed{a : \frac{6}{11} b : 6c} = \boxed{\frac{1}{6} a : \frac{1}{11} b : c}$. Wiederum wäre $\frac{a\,c}{\sqrt{a^2 + 36c^2}} = \frac{b}{11}$; $\sqrt{13 + 108} = \sqrt{121} = 11$. Desgleichen aber auch, wenn $m = 9$, also $13 + 81 . 3 = 256 = 16^2$, $x = \frac{16}{9}$. Die Fläche $\boxed{a : \frac{9}{16} b : 9c} = \boxed{\frac{1}{9} a : \frac{1}{16} b : c}$ besitzt abermals die Eigenschaft, wie unsre Diagonalfläche n, genau 45° geneigt zu sein gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$, wie gegen $\boxed{\frac{1}{9} a : c : \infty b}$; und wiederum ist $\frac{a\,c}{\sqrt{a^2 + 81c^2}} = \frac{b}{16}$, oder $\sqrt{13 + 81 . 3} = 16$ [1].

---

[1] Der nächste Fall, immer m noch als ganze Zahl genommen, ist, wenn $m = 23$, also $13 + 3 . 529 = 1600$, und $x = \frac{40}{23}$. Auch die Fläche $\boxed{\frac{1}{23} a : \frac{1}{40} b : c}$ wird noch genau 45°

Wollte man den Werth von m, bei gegebnem x, allgemein aus der Formel entwickeln, so würde er so hervorgehen

$$m = \frac{ab}{c\sqrt{x^2a^2 - b^2}}$$

Denn wenn $x^2a^2m^2c^2 = b^2 (a^2 + m^2c^2) = a^2b^2 + m^2c^2b^2$, so ist
$m^2c^2 (x^2a^2 - b^2) = a^2b^2$, also m, wie so eben.

Dies gäbe für Feldspath in der vertikalen Zone allgemein $m = \frac{13}{\sqrt{13x^2 - 39}}$ $\sqrt{\frac{13}{x^2 - 3}}$; und man sieht, dafs $x^2 - 3$ ein Vielfaches von 13 durch das Quadrat einer (ganzen oder gebrochenen) Rationalzahl sein mufs, so oft im Feldspath die viergliedrige Stellung in der vertikalen Zone sich wiederholen soll, aufser dem Fall, wo $x = 4$ und also $x^2 - 3 = 13$.

Ist x, wie vorhin, $= \frac{5}{2}$, so ist $x^2 - 3 = \frac{25 - 4 \cdot 3}{4} = \frac{13}{4}$. Ist $x = \frac{11}{6}$, so ist $x^2 - 3 = \frac{121 - 36 \cdot 3}{36} = \frac{13}{36}$; und in gleicher Weise, wenn $x = \frac{16}{9}$, $x^2 - 3 = \frac{256 - 81 \cdot 3}{81} = \frac{13}{81}$, oder auch, wenn $x = \frac{40}{23}$, $x^2 - 3 = \frac{1600 - 3 \cdot 529}{529}$ $= \frac{13}{529}$.

Denken wir uns nun die Flächen seiner horizontalen Zone $\boxed{a : b : \infty c}$ in einer gewendeten Stellung, z. B. b als Axe, so wird eine Fläche $\boxed{a : m \cdot b : \frac{1}{x} c}$ gegen die ihr gleichartige genau unter 90°, oder gegen $\boxed{a : m \cdot b : \infty c}$ unter 135° geneigt sein, wenn $\frac{c}{x} = \frac{amb}{\sqrt{a^2 + m^2b^2}}$, also $x = \frac{c\sqrt{a^2 + m^2b^2}}{amb}$, und $m = \frac{ac}{b\sqrt{x^2a^2 - c^2}}$, somit in den Feldspathwerthen $x = \frac{\sqrt{13 + 39m^2}}{13m} = \frac{1}{m}\sqrt{\frac{3m^2 + 1}{13}}$, und $m = \frac{1}{\sqrt{13x^2 - 3}}$; es mufs also $3m^2 + 1$ das Vielfache von 13 um das Quadrat einer Rationalzahl, $13x^2 - 3$ aber selbst das Quadrat einer Rationalzahl werden, um die Bedingung zu erfüllen. Aber wenn $x = 2$, so ist $13x^2 - 3 = 52 - 3 = 49 = 7^2 = \frac{1}{m^2}$; umgekehrt, wenn $m = \frac{1}{7}$, so ist $3m^2 + 1 = \frac{52}{49} = 13 \cdot \frac{4}{49} = 13 \cdot (\frac{2}{7})^2$; und $x = 7 \cdot \sqrt{\frac{52}{49 \cdot 13}} = \sqrt{4} = 2$.

---

geneigt sein gegen $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ und gegen $\boxed{\frac{1}{23} a : c : \infty b}$; und $\frac{ac}{\sqrt{a^2 + 23^2c^2}} = \frac{b}{40}$, oder $\sqrt{13 + 529 \cdot 3} = 40$.

Folglich ist das Feldspathsystem wiederum einer viergliedrigen Stellung fähig in Beziehung auf eine Axe, parallel der Linie $a : \frac{1}{7} b$; und es mufs die Fläche $\boxed{a : \frac{1}{7} b : \frac{1}{2} c}$ gegen $\boxed{a : \frac{1}{7} b : \infty c}$ und $\boxed{c : \infty a : \infty b}$ geneigt sein unter 45° (¹).

Eben so, wenn $x = \frac{1}{2}$, so ist $13 x^2 - 3 = \frac{13}{4} - 3 = \frac{1}{4} = (\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{m^2}$, und $m = 2$;

Folglich ist das Feldspathsystem einer abermaligen viergliedrigen Stellung fähig in Beziehung auf eine Axe parallel einer Linie $a : 2b$; und es ist wiederum die Fläche $\boxed{a : 2b : 2c} = \boxed{\frac{1}{2} a : b : c}$, welche 45° geneigt ist gegen $\boxed{c : \infty a : \infty b}$ und gegen $\boxed{a : 2b : \infty c}$.

Nicht minder, wenn $x = \frac{2}{3}$, ist $13 x^2 - 3 = \frac{52}{9} - 3 = \frac{25}{9} = (\frac{5}{3})^2 = \frac{1}{m^2}$; und $m = \frac{3}{5}$.

Folglich ist das Feldspathsystem einer neuen viergliedrigen Stellung fähig in Bezug auf eine Axe parallel der Linie $a : \frac{3}{5} b = \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b$; und es ist die Fläche $a : \frac{3}{5} b : \frac{3}{2} c = \boxed{\frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b : \frac{1}{2} c}$, welche wiederum 45° gegen $\boxed{c : \infty a : \infty b}$ und gegen $\boxed{\frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b : \infty c}$ geneigt ist.

Dies sind allerdings Resultate, welche wir anderwärtsher bereits kennen. Es sind die so eben construirten Flächen dieselben, welche zusammen das Haüy'sche Kalkspathrhomboëder geben; und ihre Neigung von genau 45° gegen die Feldspathaxe c hat zur unmittelbaren Folge, dafs die jenseit der Axe oder jenseit des Querschnittes derselben sich gegenüberliegenden Flächen genau 90° gegen einander geneigt sind, für sich genommen also den Seitenflächen einer rechtwinklichen vierseitigen Säule, gleichen Werthes der Flächen, entsprechen; worin man die Begründung aller Verhältnisse eines viergliedrigen Systemes wiedererkennt.

Die Frage, ob in einer dieser drei letzteren viergliedrigen Stellungen eine Neigung irgend einer Feldspathfläche gegen die Axe genau 45° sein könne, und ob also auf diesem Wege die Ableitbarkeit des Feldspathsy-

(¹) Es ist $\frac{a m b}{\sqrt{a^2 + m^2 b^2}} = \frac{c}{x}$, oder $\frac{13 \sqrt{3}}{\sqrt{49 \,.\, 13 + 39}}$, d. i. $\frac{13 \sqrt{3}}{\sqrt{52 \,.\, 13}} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{c}{x}$.

stems aus dem regulären möglich sei, läfst sich auf die Frage zurückbringen, ob ein viergliedriges System mit dem Verhältnifs $a : c = \sqrt{3} : 1$ aus dem regulären ableitbar ist. Denn welche von den Linien $(a : 2b)$, $(a : \frac{1}{7} b)$, oder $(\frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b)$ man sich als Axe denke, und welche Fläche unsrer horizontalen Zone des Feldspathes man hier in der Function einer Fläche der vertikalen Zone in Bezug auf diese Axe wählen möge, immer wird ihr Neigungsverhältnifs gegen die Axe ein Multiplum des Verhältnisses $\sqrt{3} : 1$ sein, d. i. des Neigungsverhältnisses der Fläche $\boxed{a : b : \infty c}$ gegen die Axe a. Für den allgemeinen Ausdruck einer Fläche $\boxed{\frac{1}{n} a : \frac{1}{m} a : c}$ in dem viergliedrigen System, wo $a : c = \sqrt{3} : 1$, aber erhalten wir, wenn $\frac{a}{\sqrt{n^2 + m^2}} = c$ werden soll,

$$n^2 + m^2 = 3$$

oder, wenn wir uns n und m als gebrochene Zahlen unter der Form $\frac{n}{p}$ und $\frac{m}{p}$ denken,

$$n^2 + m^2 = 3p^2$$

wobei n, m und p ganze Zahlen sein müfsten. Das Resultat fällt wiederum verneinend aus.

Noch wird in Bezug auf das Feldspathsystem die Frage entstehen: ob in der Zone seiner Flächen $\boxed{b : c : \infty a}$ als vertikale genommen, eben so, wie in den beiden anderen, eine Anlage zu den Verhältnissen eines viergliedrigen Systems begründet sei. Wenn es also wieder irgend eine Fläche $\boxed{b : mc : \infty a}$ wäre, deren Diagonale zur Axe eines viergliedrigen Systems für die Feldspathflächen werden könnte, so hätten wir $\frac{a}{x} = \frac{b\,m\,c}{\sqrt{b^2 + m^2c^2}}$; $x = \frac{a\sqrt{b^2 + m^2c^2}}{b\,m\,c}$; bei den Feldspathwerthen, $x = \frac{\sqrt{39 + 3m^2}}{3m} = \frac{1}{m}\sqrt{\frac{m^2 + 13}{3}}$; ferner $x^2b^2m^2c^2 = a^2b^2 + a^2m^2c^2$; $m^2c^2\,(x^2b^2 - a^2) = a^2b^2$; also

$$m = \frac{a\,b}{c\sqrt{x^2b^2 - a^2}}$$

und bei den Feldspathwerthen, $m = \frac{13}{\sqrt{39x^2 - 13}} = \sqrt{\frac{13}{3x^2 - 1}}$;

es müfste also $m^2 + 13$ das dreifache Quadrat einer Rationalzahl, eben so $39x^2 - 13$ das Quadrat einer Rationalzahl, oder $3x^2 - 1$ das Multiplum einer solchen mit 13 sein; welches jedoch, eins wie das andere, unmöglich ist.

Angenommen, es gäbe Rationalzahlen, welche dieser Bedingung Genüge leisteten, dann würde die Frage, ob eine so erhaltene neue viergliedrige Stellung des Feldspathsystems aus dem regulären ableitbar wäre, wieder auf die Frage zurückführen: ob in einem viergliedrigen System mit dem Verhältnifs $a : c = \sqrt{13} : 1$ die Neigung einer Fläche gegen die Axe c von genau 45° möglich sei. Bei gleicher Lösung dieser Frage, wie vorhin, wird die Formel $\frac{a}{\sqrt{n^2 + m^2}} = c$, wenn $a : c = \sqrt{13} : 1$, geben

$$n^2 + m^2 = 13$$

wo es sogleich in die Augen springt, dafs dies freilich der Fall ist, wenn das eine $= 2$, das andre $= 3$, es also für die Fläche $\boxed{\frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : c}$ gilt; und freilich, wenn $a : c = \sqrt{13} : 1$, so ist $\frac{a}{\sqrt{2^2 + 3^2}} : c = \sqrt{\frac{13}{13}} : 1 = 1 : 1$; jenes aber der Sinus, dieses der Cosinus ist.

Die Aufgabe, ob eine Ableitbarkeit aus dem regulären System in der ersten viergliedrigen Stellung des Feldspathsystems, von welcher wir umständlich gehandelt haben, oder in einer von denen möglich sei, wo die Diagonale einer Fläche $\boxed{a : m \,.\, c : \infty b}$ die Axe eines viergliedrigen Systems repräsentiren könnte, liefs sich allerdings allgemein auch in der Form der Frage aufstellen, ob ein viergliedriges System mit dem Verhältnifs $a : c = \sqrt{13} : \sqrt{3}$, wie es das Grundverhältnifs in der vertikalen Zone des Feldspathes ist, aus dem regulären System ableitbar sei. Denn ob wir gleich nicht dieses Verhältnifs selbst (wie geschehen sein wurde, wenn wir die Neigung der Fläche $\boxed{a : \infty b : \infty c}$ gegen die Axe der rechtwinklichen Säule zum Grunde gelegt hätten), sondern das der Neigung von y gegen jene Axe zum Ausgangspuncte gewählt haben, so ist doch dieses, nämlich $a : c = \sqrt{39} : 1$ nichts andres als das dreifache von jenem $\sqrt{13} : \sqrt{3}$. Und wenn wir also statt dessen von dem viergliedrigen Systeme, $a : c = \sqrt{13} : \sqrt{3}$ gesprochen hätten, so würde die Formel $\frac{a}{\sqrt{n^2 + m^2}} = c$ gegeben haben

$$3\,(n^2 + m^2) = 13$$

oder, Zähler und Nenner einer gebrochenen Zahl besonders geschrieben,

$$3\,(n^2 + m^2) = p^2 \,.\, 13$$

statt daſs wir hatten $n^2 + m^2 = 39$; aber $3\,(n^2 + m^2) = 13$, ist identisch mit $3^2\,(n^2 + m^2) = 39$, und es ist also ersichtlich, daſs die Werthe von n und m nichts andres sein würden, als die aus der Gleichung $n^2 + m^2 = 39$, dividirt durch 3.

Wenn wir uns jetzt zu der naturhistorischen Betrachtung des Feldspathsystems nochmals zurückwenden und fragen, ob, nachdem wir die Überzeugung erlangt und durchgeführt haben, daſs die geometrische Anlage zu den Verhältnissen eines viergliedrigen Systems in ihm wirklich streng vorhanden ist, er wohl für ein ursprünglich viergliedriges System zu halten sei? (— in welchem Falle man kurz sagen könnte, daſs er sich als tetartoëdrisch-viergliedrig darstelle, eine Octaëderfläche statt der vier zusammengehörigen, ein Paar von Flächen eines Vierundvierkantners statt der vier gleichartigen u. s. f. — was also keineswegs ohne alle Analogie in den gesammten Erscheinungen von Meroëdrie, Partiellflächigkeit, welche uns die sämtlichen verschiedenen Abtheilungen der Krystallsysteme darbieten, — keineswegs ein so ganz isolirtes Phänomen sein würde —) so können wir uns doch krystallographisch nicht dafür erklären. Auffallend würde es zuerst sein, wie ganz fremdartig dem Entwicklungsgang eines viergliedrigen Systems er sich verhält. Nichts von der Reihe von viergliedrigen Octaëdern, deren eines durch die gerade Abstumpfung der Endkanten des andern u. s. f. entsteht. Dagegen die eigne Fortschreitung der Octaëderflächen einer und derselben Ordnung $(a : c : \infty b)$, $(a' : 3c : \infty b)$, $(a : 5c : \infty b)$, $(a' : 7c : \infty b)$, $(a : 9c : \infty b)$. Überhaupt kein Octaëder erster Ordnung, wenn wir die durch die Flächen der vertikalen Zone mit ihren Gegenstücken und Sei-

tenstücken gebildeten nach Analogie unserer Bezeichnung als zweiter Ordnung nehmen; die in den Zwillingen durch die geneigten Zwillingskanten der ebengenannten Flächen angedeuteten zwar nothwendig, wie die Endkanten eines viergliedrigen Octaëders, den Flächen folgend, und eine gleiche Reihe der andern Ordnung bildend, die aber durch dasjenige Octaëder auf eigenthümliche Art unterbrochen werden würde, welches an dem Zwilling vielleicht naturhistorisch als das nächstbegründete erscheinen möchte, nämlich das, dessen Flächen in die horizontalen Zonen beider Individuen gemeinschaftlich fallen, also die Axen c beider Individuen in sich vereinigen, oder durch 2 Kanten gelegt werden würden, welche die Flächen T mit M bilden, wie zwei solche Kanten der beiden Individuen an der Zwillingsgrenze zusammenstofsen; die Rechnung giebt, dafs dies die Flächen $[a : \frac{4}{3}b : \infty c]$ sein und dafs diese bei beiden Individuen in der Grenze zusammenfallen würden; (sie würden eine Neigung von 55° 48′ 32,″88 gegen die Axe der rechtwinklichen Säule haben; sin : cos $= \sqrt{78} : 6$); gleich über der Lage dieser Flächen erscheint die Zwillingskante der Flächen T, T'', unter sin : cos $= \sqrt{78} : 7$ gegen dieselbe Axe geneigt, während die Kante zwischen y und y', den auswärts liegenden o und o', und den einwärts liegenden T und T'' hat [1], sin : cos $= \sqrt{78} : 1$; die der auswärts liegenden u und u' (untere Rhomboïdflächen) nebst der von k und k' (d. i. $[a : \infty b : \infty c]$) [2] hat, sin : cos $= \sqrt{78} : 3$, die zwischen x und x', und den einwärts liegenden u, u', sin : cos $= \sqrt{78} : 5$, die zwischen q und q', den einwärts liegenden o, o', und den einwärts liegenden z, z', sin : cos $= \sqrt{78} : 9$; endlich die der auswärts liegenden z, z', so wie der auswärts liegenden $[\frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c]$, sin : cos $= \sqrt{78} : 15$. Wenn nun gleich solche in ihrem Fortschreiten dem Gang eines viergliedrigen Systems an sich ganz fremd erscheinende Verhältnisse einer Deduction in demselben dennoch fähig sind, so kann doch keine solche Deduction mit der Einfachheit sich messen, in welcher, wie wir längst dargelegt haben, und wie ein Blick auf das nach der graphischen Methode entworfene Feldspathbild von neuem

---

(1) Alle diese drei Zwillingskanten laufen einander parallel.

(2) Diese beiden Zwillingskanten laufen wieder parallel; eben so die folgenden zusammen genannten.

anschaulich zu machen dienen kann, eben diese Verhältnisse in dem Gang eines zwei-und-eingliedrigen Systems begründet liegen, für welches der Feldspath ein vorzügliches Beispiel ist und bleibt. Nur als Folge seiner speciellen Dimensionsverhältnisse ist es somit anzusehen, dafs gewisse zwei aufeinander rechtwinkliche krystallinische Richtungen in ihm commensurabel unter sich (und gleich) werden, worin eben die Anlage zu den Verhältnissen eines viergliedrigen Systems besteht (denn an einer dritten, auf beiden rechtwinklichen und von ihnen verschiedenen, kann es, als einer auch krystallonomisch begründeten, alsdann nie fehlen); eine Folge, die sich nicht einmal, sondern, wie wir gesehen haben, verschiedenemale in ihm für je zwei Richtungen wiederholt. Auch wird es keineswegs etwas befremdendes haben, wenn jene aus seinen ungleichen Dimensionen a, b, c folgende Gleichheit und Commensurabilität der auf seinen beiden Richtungen des vollkommensten blättrigen Bruches rechtwinklichen krystallinischen Richtungen auf das Licht als die zweier gleichartiger Kräfte wirkt, und zum Schlüssel der optischen Eigenschaften des Feldspathes wird.

Zuletzt wollen wir noch die einfache Schlufsfolgerung ziehen, dafs das Augitsystem, nach den Haüy'schen Bestimmungen, d. i. das Krystallsystem, für welches $a : b : c = \sqrt{\frac{1}{12}} : \sqrt{\frac{1}{13}} : \frac{1}{12}$, alles das in seiner Art wiederholen würde, was wir von den verschiedenen Anlagen des Feldspathsystems in Bezug auf viergliedrige Stellung entwickelt haben. Denn da, wie wir anderswo gezeigt haben ([1]), und in obigen Augitverhältnissen leicht wiederzuerkennen ist, zufolge dieser Haüy'schen Elemente

---

([1]) Abh. v. J. 1825. S. 180. Zur Ergänzung möchte noch dienlich sein, zu bemerken, dafs auch $a : c$ (Augit) $= a : \frac{1}{6}b$ (Feldspath).

$$a : b : c \text{ (Augit)} = \tfrac{1}{2}a : c : \tfrac{1}{12}b \text{ (Feldspath)} = a : 2c : \tfrac{1}{6}b \text{ (Feldspath)},$$

so ist nichts leichter, als Schritt vor Schritt bei allem, was wir vom Feldspath auseinandergesetzt haben, das entsprechende im Haüy'schen Augitsystem durch Substitutionen zu reconstruiren.

Die Axe der rechtwinklichen Feldspathsäule also, d. i. die Längendiagonale von $\boxed{a : c : \infty b}$ wird im Haüy'schen Augitsystem sein die Linie von $2a : b = a : \frac{1}{2}b$; und welches im Augit die dem n des Feldspathes entsprechende Fläche mit 90° Neigung gegeneinander in der Diagonalzone seines ($2a : b : \infty c$) sein wird, finden wir, wenn wir sie mit $\boxed{2a : b : x \cdot c}$ bezeichnen, sogleich durch Anwendung der Formel

$$\frac{2a \cdot b}{\sqrt{4a^2 + b^2}} = x \cdot c$$

d. i. $\frac{2}{\sqrt{12 \cdot 13}\sqrt{\frac{4}{12}+\frac{1}{13}}} = \frac{2}{\sqrt{4 \cdot 13 + 12}} = \frac{1}{4} = x \cdot c$; also $x = 3$; denn $3 \cdot \frac{1}{12} = \frac{1}{4}$; mithin ist die gesuchte Augitfläche $\boxed{2a : b : 3c}$, d. i. diejenige, welche mit $\boxed{2a : b : 3c'}$ 90° macht.

Eben so leicht findet man die Anwendung der übrigen viergliedrigen Stellungen, deren das Feldspathsystem fähig ist, auf den Augit. Wir wählen die, deren Axe die Feldspathlinie $\frac{1}{2}a : b$ ist. Aber $\frac{1}{2}a : b$ (Feldspath) $= a : 12c$ (Augit). Es ist also die Augitfläche $\boxed{a : 12c : \infty b}$, deren Längendiagonale die Axe dieser viergliedrigen Stellung ist; und $\frac{a \cdot 12c}{\sqrt{a^2 + 12^2c^2}} = x \cdot b$, d. i. $\frac{a \cdot 12c}{\sqrt{12}\sqrt{\frac{1}{12}+1}} = \sqrt{\frac{1}{13}} = x \cdot b$, giebt $x = 1$; die gesuchte Augitfläche ist also $= \boxed{a : b : 12c}$; sie ist 90° geneigt gegen $\boxed{a : b' : 12c}$.

Eben so ist die Feldspathlinie $a : \frac{1}{7}b = (2a : \frac{12}{7}c =)\ a : \frac{6}{7}c$ (Augit); folglich ist auch dies eine der viergliedrigen Stellung entsprechende Axe im Augitsystem; und $\frac{a \cdot \frac{6}{7}c}{\sqrt{a^2 + (\frac{6}{7}c)^2}} = x \cdot b$, d. i. $\frac{1}{14\sqrt{12}\sqrt{\frac{1}{12}+(\frac{1}{14})^2}} = \frac{1}{\sqrt{14^2+12}}$ $= \frac{1}{\sqrt{208}} = \frac{1}{4\sqrt{13}}$ giebt $x = \frac{1}{4}$, und die Augitfläche $= a : \frac{1}{4}b : \frac{6}{7}c$ $= \boxed{\frac{1}{6}a : \frac{1}{24}b : \frac{1}{7}c}$; auch diese also hat wiederum, wie n beim Feldspath, 90° Neigung gegen die ihr gleichartige $\boxed{\frac{1}{6}a : \frac{1}{24}b' : \frac{1}{7}c}$.

Oder auch die Feldspathlinie $\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b$ wird im Augitsystem gleich der Linie $\frac{2}{3}a : \frac{12}{5}c = \frac{1}{3}a : \frac{6}{5}c = 5a : 18c$; aber $\frac{5 \cdot \frac{3}{2}}{\sqrt{12}\sqrt{\frac{25}{12} + \frac{9}{4}}} = \frac{15}{\sqrt{4 \cdot 25 + 9 \cdot 12}}$ $= \frac{15}{\sqrt{208}} = \frac{15}{4\sqrt{13}}$ giebt $x = \frac{15}{4}$, und die gesuchte Augitfläche wird $5a : \frac{15}{4}b : 18c$ $= \boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{4}b : \frac{6}{5}c}$, welche abermals, wie n beim Feldspath, 90° gegen $\boxed{\frac{1}{3}a : \frac{1}{4}b' : \frac{6}{5}c}$ geneigt ist.

Man sieht zugleich: — wir haben in den drei Augitflächen $\boxed{a : b : 12c}$, $\boxed{\frac{1}{6}a : \frac{1}{24}b : \frac{1}{7}c}$ und $\boxed{\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : \frac{6}{5}c}$, und zwar in der Combination, wie sie die Accentuirung der Buchstaben angiebt, die drei Flächen wieder, welche zusammen das Haüy'sche Kalkspathrhomboëder [1] bilden werden, und zwar in Beziehung auf die Augitaxe b, gegen welche sie alle 45° geneigt sind, während ihre Durchschnitte mit der auf b senkrechten Fläche $\boxed{b : \infty a : \infty c}$ sich gegenseitig unter 120° und 60° schneiden. Und so wäre es ein leichtes, wenn man wollte, auch die sämtlichen Flächen des Kalkspath-Dreiunddreikantners $\boxed{\frac{c}{a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a}}$, oder welches anderen beliebigen, in den Werthen des Augitsystemes wieder auszudrücken, nachdem wir die entsprechenden Ausdrücke derselben im Feldspathsysteme gefunden haben.

---

(1) vgl. die vorhergehende Abhandlung.

$b : \frac{1}{3} c$; das Gegenstück war $a' : 7c : \infty b$;

wenn n $b' : \frac{1}{3} c$;

umgekehrt, wenn n $b : \frac{1}{3} c$; das Gegenstück $a : 9c : \infty b$;

wenn n $b' : \frac{1}{3} c$;

und wenn r $b : \frac{1}{3} c$; das Gegenstück $a : \frac{11}{3} c : \infty b$;

wenn r $b' : \frac{1}{3} c$;

und wenn r $b' : \frac{1}{3} c$; das Gegenstück $a' : \frac{5}{3} c : \infty b$;

wenn r $b : \frac{1}{3} c$;

und wenn r $b' : \frac{1}{3} c$; das Gegenstück $a' : \frac{3}{5} c : \infty b$;

wenn r $b : \frac{1}{3} c$;

und wenn $b : \frac{1}{3} c$; das Gegenstück $a : \frac{13}{5} c : \infty b$;

(desgl. wenn $b' : \frac{1}{3} c$;

und wenn $: \infty b$).

endlich wenn

Beilage I.

wenn $n = 3$, $x = \frac{(3+1)\,3}{4\,(13 - 3\,.\,3)} = \frac{3}{4}$, also zu $\boxed{a' : 3c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{3}{4}b : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}c}$; das Gegenstück war $\boxed{a' : 7c : \infty b}$;

umgekehrt, wenn $n = 7$, $x = \frac{(7+1)\,3}{4\,(13 - 7\,.\,3)} = -\frac{3}{4}$, also zu $\boxed{a' : 7c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{3}{4}b' : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{4}b' : \frac{1}{3}c}$;

wenn $n = 1$, $x = \frac{2\,.\,3}{4\,(13 - 3)} = \frac{3}{20}$, also zu $\boxed{a' : c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{3}{20}b : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{20}b : \frac{1}{3}c}$; das Gegenstück $\boxed{a : 9c : \infty b}$;

und wenn $n = -9$, $x = \frac{-8\,.\,3}{4\,(13 + 9\,.\,3)} = -\frac{3}{20}$, also zu $\boxed{a : 9c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{3}{20}b' : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{20}b' : \frac{1}{3}c}$;

wenn $n = \frac{1}{3}$, $x = \frac{\frac{4}{3}\,.\,3}{4\,(13 - \frac{1}{3}\,.\,3)} = \frac{1}{12}$, also zu $\boxed{a' : \frac{1}{3}c : \infty b}$ das Seitenstük $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{1}{12}b : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{36}b : \frac{1}{3}c}$; das Gegenstück $\boxed{a : \frac{11}{3}c : \infty b}$;

und wenn $n = -\frac{11}{3}$, $x = \frac{-\frac{8}{3}\,.\,3}{4\,(13 + \frac{11}{3}\,.\,3)} = -\frac{1}{12}$, also zu $\boxed{a : \frac{11}{3}c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{1}{12}b' : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{36}b' : \frac{1}{3}c}$;

wenn $n = -\infty$, $x = \frac{-\infty\,.\,3}{4\,(+\infty\,.\,3)} = -\frac{1}{4}$, also zu $\boxed{a : \infty b : \infty c}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{1}{4}b' : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{12}b' : \frac{1}{3}c}$; das Gegenstück $\boxed{a' : \frac{5}{3}c : \infty b}$;

und wenn $n = \frac{5}{3}$, $x = \frac{\frac{8}{3}\,.\,3}{4\,(13 - \frac{5}{3}\,.\,3)} = \frac{1}{4}$, also zu $\boxed{a' : \frac{5}{3}c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{1}{4}b : c} = \boxed{\frac{1}{13}a : \frac{1}{12}b : \frac{1}{3}c}$;

wenn $n = -5$, $x = \frac{-4\,.\,3}{4\,(13 + 5\,.\,3)} = -\frac{3}{28}$, also zu $\boxed{a : 5c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{3}{28}b' : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{28}b' : \frac{1}{3}c}$; das Gegenstück $\boxed{a' : \frac{3}{5}c : \infty b}$;

und wenn $n = \frac{3}{5}$, $x = \frac{\frac{8}{5}\,.\,3}{4\,(13 - \frac{3}{5}\,.\,3)} = \frac{2\,.\,3}{65 - 9} = \frac{3}{28}$, also zu $\boxed{a' : \frac{3}{5}c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \frac{3}{28}b : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{28}b : \frac{1}{3}c}$;

(desgl. wenn $n = 0$, $x = \frac{1\,.\,3}{4\,(13 - 0)} = \frac{3}{52}$, also zu $\boxed{c : \infty a : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a : \frac{3}{52}b : c} = \boxed{\frac{1}{13}a : \frac{1}{52}b : \frac{1}{3}c}$; das Gegenstück $\boxed{a : \frac{13}{5}c : \infty b}$;

und wenn $n = -\frac{13}{5}$, $x = \frac{-\frac{8}{5}\,.\,3}{4\,(13 + \frac{13}{5}\,.\,3)} = -\frac{2\,.\,3}{8\,.\,13} = -\frac{3}{52}$, also zu $\boxed{a : \frac{13}{5}c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a : \frac{3}{52}b' : c} = \boxed{\frac{1}{13}a' : \frac{1}{52}b' : \frac{1}{3}c}$;

endlich wenn $n = \frac{13}{3}$, $x = \frac{\frac{16}{3}\,.\,3}{4\,(13 - \frac{13}{3}\,.\,3)} = \frac{4}{0}$, also zu $\boxed{a : \frac{13}{3}c : \infty b}$ das Seitenstück $= \boxed{\frac{3}{13}a' : \infty b : c} = \boxed{a' : \frac{13}{3}c : \infty b}$).



Feldspathfläche	deren Ausdruck in viergliedr. Stellung
	$(\frac{1}{4} a : \frac{1}{3} b : c)$,
$a : b : \infty c$	$(\frac{1}{4} a' : \frac{1}{3} b : c)$, u. s. f.
$a' : \frac{1}{2} b : c$	
$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c$	
$\frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c$	
$b : c : \infty a$	
$a : \frac{1}{3} b : \infty c$	
$a' : \frac{1}{6} b : c$	
$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{8} b :$	
$\frac{1}{5} a : \frac{1}{8} b :$	
$\frac{1}{7} a : \frac{1}{4} b :$	

(¹) Diese F[...] nicht aufgenommen worden.

(²) Man ve[...] auffallen in der Columne a: [...] $8 + 3 = 16$, $9 + 8 - 1 = 16$, $9 + 7 = 16$, 1[...]er Columne $7 + 16 + 1 = 24$, $7 + 8 + 1 =$ [...]dirten Glieder ist, $16 = 2 . 8$; und $3 + 16 +$ [...]; und für die, auch nicht in die Regel fäll[...] $= 8$; oder auch $24 + 5 + 3$ der ersten Ka[...] $= 32 = 2 . 16$;

(*) nämlic[...]

Beilage II.

Feldspathfläche	ihr Ausdruck in viergliedr. Stellung	Gegenstück	dessen Ausdruck in viergliedr. Stellung	Seitenstücke a. nach vorn	Seitenstücke b. nach hinten	deren Ausdruck in viergliedr. Stellung
$a : b : \infty c$	$(\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{5} a' : \frac{1}{8} b : \frac{1}{3} c$	$(\frac{1}{3} a : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{9} a' : \frac{1}{12} b : \frac{1}{7} c$	$\frac{1}{17} a : \frac{1}{12} b : c$	$(\frac{1}{4} a : \frac{1}{3} b : c)$,
$a' : \frac{1}{8} b : c$	$(\frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{9} a : \frac{1}{8} b : c$	$(\frac{1}{5} a' : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{9} a' : \frac{1}{20} b : \frac{1}{7} c$	$\frac{1}{17} a : \frac{1}{20} b : c$	$(\frac{1}{4} a' : \frac{1}{3} b : c)$, u. s. f.
$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{4} b : c$	$(a : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{7} a' : \frac{1}{8} b : c$	$(a' : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{9} a' : \frac{1}{4} b : \frac{1}{7} c$	$\frac{1}{17} a : \frac{1}{4} b : c$	
$\frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c$	$(\frac{1}{11} a' : \frac{1}{4} b : c)$	$a' : \frac{1}{8} b : \frac{1}{7} c$	$(\frac{1}{11} a : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{9} a' : \frac{1}{44} b : \frac{1}{7} c$	$\frac{1}{17} a : \frac{1}{44} b : c$	
$b : c : \infty a$	$(\frac{1}{13} a : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{13} a : \frac{1}{8} b : \frac{1}{5} c$	$(\frac{1}{13} a' : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{9} a' : \frac{1}{52} b : \frac{1}{7} c$	$\frac{1}{17} a : \frac{1}{52} b : c$	
$a : \frac{1}{3} b : \infty c$	$(\frac{1}{3} a' : \frac{1}{12} b : c)$	$\frac{1}{5} a' : \frac{1}{24} b : \frac{1}{3} c$	$(\frac{1}{3} a : \frac{1}{12} b : c)$	$a' : \frac{1}{12} b : \frac{1}{15} c$	$\frac{1}{25} a : \frac{1}{12} b : \frac{1}{9} c$	
$a' : \frac{1}{6} b : c$	$(\frac{1}{5} a : \frac{1}{12} b : c)$	$\frac{1}{9} a : \frac{1}{24} b : c$	$(\frac{1}{5} a : \frac{1}{12} b : c)$	$a' : \frac{1}{20} b : \frac{1}{15} c$	$\frac{1}{25} a : \frac{1}{20} b : \frac{1}{9} c$	
$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{6} b : c$	$(a : \frac{1}{5} b : c)$	$\frac{1}{7} a' : \frac{1}{16} b : c$	$(a' : \frac{1}{5} b : c)$	$\frac{1}{5} a' : \frac{1}{4} b : \frac{1}{11} c$	$\frac{1}{21} a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{5} c$	
$\frac{1}{5} a : \frac{1}{6} b : c$	$(\frac{1}{7} a' : \frac{1}{8} b : c)$	$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{16} b : \frac{1}{5} c$	$(\frac{1}{7} a : \frac{1}{8} b : c)$	$\frac{1}{5} a' : \frac{1}{28} b : \frac{1}{11} c$	$\frac{1}{21} a : \frac{1}{28} b : \frac{1}{5} c$	
$\frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c$ (1)	$(\frac{1}{7} a' : \frac{1}{4} b : c)$	$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{8} b : \frac{1}{5} c$	$(\frac{1}{7} a : \frac{1}{4} b : c)$		(2)	

(1) Diese Fläche ist, wie schon bemerkt, nur um ihrer nahen Verwandtschaft mit den übrigen willen hier mit aufgeführt, in die Zeichnungen Taf. II. aber nicht aufgenommen worden.

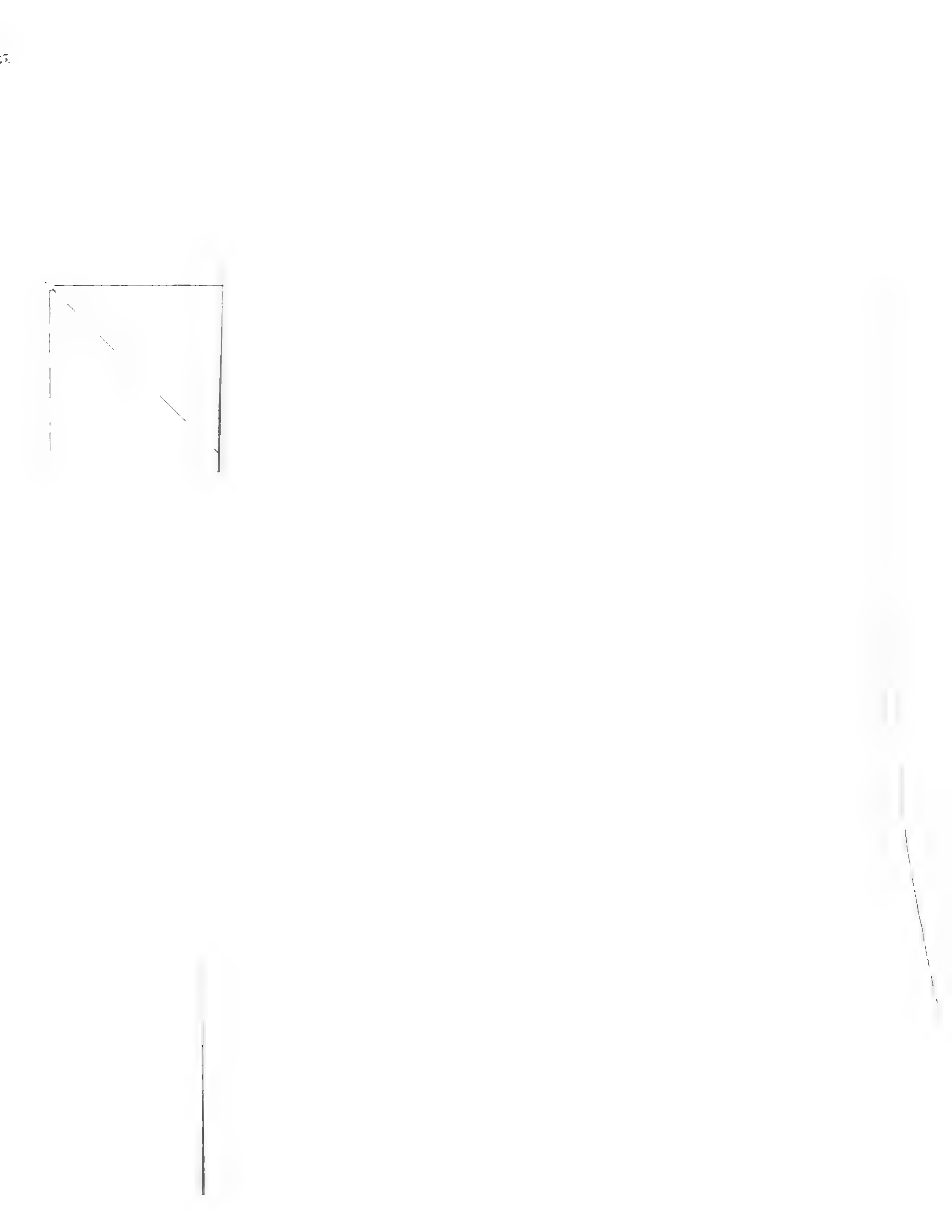
(2) Man vergleiche in Beziehung auf diese Seitenstücke, was wir S. 293. unten über die Werthe der Coefficienten von b bemerkt haben. Nächstdem wird auffallen in der Columne a: $9 + 7 = 16$, $15 + 1$ (*) $= 16$, $5 + 11 = 16$, in der Columne b: $17 - 1 = 16$, $25 - 9 = 16$, $21 - 5 = 16$. Und in der Columne der Gegenstücke: $5 + 8 + 3 = 16$, $9 + 8 - 1 = 16$, $7 + 8 + 1 = 16$, $1 + 8 + 7 = 16$, $13 + 8 - 5 = 16$, $24 - 5 - 3 = 16$, $24 + 1 - 9 = 16 \ldots\ldots$, $3 + 8 + 5 = 16$. Dagegen für die beiden vorletzten Zeichen dieser Columne $7 + 16 + 1 = 24$, und $3 + 16 + 5 = 24$. Bei den ersten 5 Flächen, so wie bei der letzten, welche 6 gemeinschaftlich der (ersten) Kantenzone angehören, ist, da 8 eins der addirten Glieder ist, $16 = 2 . 8$; die Regel fällt demnach zusammen mit der $5 + 3 = 8$, $9 - 1 = 8$ u. s. f., bei den zwei Ausnahmefällen hat man statt dessen $7 + 1 = \frac{16}{2} = 8$, $3 + 5 = \frac{16}{2} = 8$, und für die, auch nicht in der ersten Kantenzone enthaltenen, dennoch der ersten Regel noch analog bleibenden Flächen, nämlich die sechste und siebente, $5 + 3 = \frac{24}{3}$, $9 - 1 = \frac{24}{3} = \frac{16}{2} = 8$, oder auch $24 + 5 + 3 = 32 = 2 . 16$, und $24 + 9 - 1 = 32 = 2 . 16$

(*) nämlich a' gedacht als $= \frac{1}{3} a$, so wie später $c =$ [illegible]



Zu Herrn Weiß' Abh. ü. d. Feldspathsystem in vergleichender Stellung.

Vergleichung zwischen Feldspath und Kalkspath Krystallisationen



System des Feldspaths
in viergliedriger Stellung.



Über

die Lichterscheinungen bei der Krystallbildung.

Von
Hrn. H. ROSE.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 30. Juli 1835.]

Man hat sehr oft ein Leuchten beim Anschiefsen von Krystallen bemerkt; aber immer ist diese Erscheinung eine zufällige gewesen, und nie, wie ich glaube, hat man sie willkührlich hervorrufen können. Ich habe bei der Bildung von Krystallen der arsenichten Säure ein starkes Leuchten gesehen, welches sich von dem beim Krystallisiren anderer Substanzen dadurch unterscheidet, dafs man es zu jeder Zeit willkührlich hervorzubringen im Stande ist.

Man nehme zwei bis drei Quentchen der arsenichten Säure von glasartiger Beschaffenheit, übergiefse sie in einem Kolben von weifsem Glase mit drei Loth nicht rauchender Chlorwasserstoffsäure von gewöhnlicher Stärke, und einem Loth Wasser, bringe das Ganze in's Kochen, lasse es zehn Minuten oder eine Viertelstunde kochen, und erkalte es dann möglichst langsam, am besten durch sehr allmälige Verkleinerung der Spiritusflamme, deren man sich zum Kochen bedient hat. Wenn an einem dunklen Orte die Krystalle anfangen anzuschiefsen, so ist diefs mit einem starken Leuchten verbunden; die Erzeugung von jedem kleinen Krystall ist mit einem Funken begleitet. Schüttelt man alsdann das Gefäfs, so schiefsen plötzlich sehr viele Krystalle an, und es entstehen zu gleicher Zeit eben so viele Funken. Hat man bedeutende Mengen von arsenichter Säure, z. B. zwei bis drei Loth oder mehr mit der entsprechenden Menge von verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt, so ist, wenn man gerade den richtigen Zeitpunkt getroffen hat, beim Schütteln das Leuchten der anschiefsenden Krystalle so stark, dafs ein dunkles Zimmer dadurch erleuchtet werden kann.

Es dauert sehr lange, ehe die saure Auflösung der arsenichten Säure aufhört Krystalle abzusetzen. Daher leuchtet die erkaltete Auflösung noch am zweiten und selbst bisweilen am dritten Abend, aber nur aufserordentlich schwach, und nur wenn sie geschüttelt wird. Später ist es indessen nicht möglich ein Leuchten hervorzubringen, ein Beweis, dafs dasselbe nur durch Anschiefsen von Krystallen, nicht durch Reibungselektricität entsteht.

Läfst man die heifse Auflösung der glasartigen arsenichten Säure schnell erkalten, wodurch man eine pulverförmige Masse von arsenichter Säure erhält, so kann man dabei entweder nur eine sehr schwache oder gar keine Lichterscheinung bemerken.

Man kann eben so wenig ein Leuchten beobachten, wenn man die glasartige Säure mit Salpetersäure (von gewöhnlicher Stärke und auch rauchende) und mit Essigsäure behandelt. Der Grund davon ist aber nur der, dafs diese Säuren zu wenig von der arsenichten Säure auflösen, was besonders bei der Essigsäure der Fall ist, so dafs diese Auflösung durch Schwefelwasserstoffwasser nur schwach gelblich gefärbt wird, ohne einen Niederschlag von Schwefelarsenik abzusondern. — Verdünnte Schwefelsäure hingegen löst durch's Kochen etwas mehr arsenichte Säure auf, und wenn man die Auflösung sehr langsam erkalten läfst, so kann man in der That ein schwaches Leuchten bemerken. Behandelt man eine grofse Menge der glasartigen arsenichten Säure mit so wenig Königswasser (welches aber überschüssige Chlorwasserstoffsäure enthalten mufs), dafs erstere nicht vollständig aufgelöst und zu Arseniksäure oxydirt werden kann, so zeigt sich beim Erkalten ein starkes Leuchten.

Die Ursache des Leuchtens beim Anschiefsen von Krystallen schien mir schon seit längerer Zeit die zu sein, dafs die als leuchtender Krystall sich aus einer Flüssigkeit ausscheidende Substanz nicht als solche in derselben aufgelöst enthalten war, sondern dafs sie sich erst bildete, wenn der Krystall gebildet wurde, und dafs durch die Entstehung der neuen Substanz in krystallinischer Form die Lichterscheinung bedingt wird.

Bekanntlich kennt man zwei isomerische Zustände der arsenichten Säure; sie ist entweder durchsichtig und glasartig, oder porcellanartig und undurchsichtig. Ursprünglich nach dem Schmelzen ist sie vollkommen durchsichtig, und durch's blofse Aufbewahren wird sie, ohne eine Gewichtszunahme zu erleiden, milchweifs und undurchsichtig. In beiden Zuständen

hat die Säure ein verschiedenes specifisches Gewicht und eine verschiedene Löslichkeit in Wasser.

Das starke Leuchten bei der Krystallbildung der arsenichten Säure habe ich nur wahrnehmen können, wenn ich glasartige Säure auf die oben erwähnte Weise mit Chlorwasserstoffsäure behandelte. Behandelte ich sowohl porcellanartige Säure, als auch die pulverförmige arsenichte Säure, welche durch's Rösten der arsenikalischen Erze vermittelst Sublimation gewonnen wird, und unter dem Namen von Giftmehl im Handel bekannt ist, mit Chlorwasserstoffsäure, so konnte ich beim langsamsten Erkalten entweder kein, oder beim Schütteln des Kolbens nur ein sehr schwaches Leuchten bemerken; im letzteren Falle wahrscheinlich, weil die porcellanartige Säure noch glasartige enthielt. Aber immer war diefs schwache Leuchten gar nicht mit dem starken zu vergleichen, das sich zeigte, wenn glasartige Säure angewandt wurde. — Das Leuchten beim Anschiefsen der Krystalle der arsenichten Säure scheint also dadurch zu entstehen, dafs aus der Auflösung der glasartigen Säure dieselbe sich in porcellanartige verwandelt. Dieser Übergang geschieht in dem Augenblicke der Krystallisation, und in diesem zeigt sich die Lichterscheinung. Die gebildeten Krystalle gehören also zu der porcellanartigen Modification; und das Porcellanartigwerden der glasartigen Säure besteht auch in nichts anderem, als darin, dafs die Säure aus einem vollkommen unkrystallinischen in einen krystallinischen Zustand übergeht.

Die erhaltenen Krystalle der arsenichten Säure, wenn dieselben aus einer sehr langsam erkalteten Auflösung in Chlorwasserstoffsäure anschiefsen, sind zwar durchsichtig, aber diese Durchsichtigkeit verdanken sie wohl nur ihrer Gröfse, und ein Aggregat von sehr kleinen Krystallen der Säure würde ein porcellanartiges Ansehen besitzen. — Die gebildeten Krystalle waren immer reguläre Octaëder, und besafsen nicht die von Wöhler beobachtete Form, welche vielleicht eine dritte isomerische Modification der arsenichten Säure ist.

Wird die glasartige Säure mit Chlorwasserstoffsäure auf die oben angeführte Weise und im angegebenen Verhältnifs behandelt, und haben sich unter Lichtentwicklung nach vollständigem Erkalten die Krystalle abgeschieden, so kann man noch einmal ein Leuchten, bisweilen sogar ein starkes hervorbringen, wenn man das Ganze noch einmal bis zum Kochen erhitzt und langsam erkalten läfst. Doch ist dieses Leuchten weit schwächer als das

erste, und entsteht nur daher, dafs in der chlorwasserstoffsauren Auflösung noch glasartige Säure aufgelöst enthalten war, die durch's Krystallisiren das schwächere Leuchten hervorbrachte. Übrigens ist auch die Quantität der verdünnten Chlorwasserstoffsäure in der oben angegebenen Menge nicht im Stande alle arsenichte Säure aufzulösen, und es bleibt ein kleiner Theil derselben im glasartigen Zustande zurück.

Es werden indessen durch die Ursache einer neuen Bildung nicht alle Lichterscheinungen erklärt, welche man bis jetzt beobachtet hat, und ich selbst halte diese Hypothese für eine solche, die noch mehr beobachteter Thatsachen bedarf, um für eine wahrscheinliche gehalten werden zu können. So beobachtete Berzelius eine Lichterscheinung beim Krystallisiren von Fluornatrium aus einer Auflösung, welche dieses Salz schon aufgelöst enthielt.



Nachtrag

zu der Abhandlung der Herren Eschricht und Müller über die Wundernetze an der Leber des Thunfisches.

Über die Wundernetze am Darmkanal des *Squalus vulpes* L., *Alopecias vulpes* Nob.

Die im letzten Abschnitt der Abhandlung angeführten Eingeweide eines Haifisches, von welchen es wahrscheinlich gemacht wurde, daſs sie entweder *Zygaena malleus* oder *Carcharias vulpes* Cuv. angehören, sind, wie jetzt bestimmt zu erweisen ist, von *Carcharias vulpes* Cuv., *Squalus vulpes* L. Herr Duvernoy hat neulich (*Annales des sciences naturelles*, 1835 Mai) gezeigt, daſs sich *Zygaena tudes* von den übrigen Haien durch die eigenthümliche Bildung der Spiralklappe des Mittelstücks des Darms, wohin Galle und Pancreassaft gelangen, unterscheidet. Diese Klappe ist gemeiniglich bei den Plagiostomen schraubenartig, d. h. ihre Insertion an den Darmwänden sowohl als ihr freier Rand bilden eine schraubenförmige Spirale; bei *Squalus thalassinus* Val., der den Typus eines neuen Genus in der Nähe von *Galeus* bildet, und bei *Zygaena tudes* entdeckte indeſs Hr. Duvernoy eine in einer longitudinalen Linie angeheftete segelartige Klappe, welche nur spiralförmig gerollt ist und einen starken Ast der Pfortader im freien Rande der Klappe enthält. Da sich dieselbe Bildung, wie ich hierauf sah, bei *Zygaena Tiburo* findet, so wurde es schon sehr wahrscheinlich, daſs die erwähnten Eingeweide in der Schultzschen Sammlung mit der *Structura pinnatifida* der Lebergefäſse nicht *Zygaena malleus* angehören. Denn die Spiralklappe war an jenen Eingeweiden schraubenförmig, und so wurde es höchst wahrscheinlich, daſs die Eingeweide von *Squalus vulpes* waren, auſser *Zygaena*

malleus, dem einzigen Haifisch der Schultzschen Sammlung, dessen Eingeweide ausgenommen waren. Diefs wurde zur völligen Gewifsheit durch die Untersuchung eines andern Exemplars von *Squalus vulpes* im zoologischen Museum, dessen Untersuchung Hr. Lichtenstein gefälligst gewährte. Dieser Fisch war vom Cap gesandt, er stimmt aber ganz mit *Squalus vulpes* des Mittelmeers überein. Bei der Untersuchung dieses Fisches fand ich nicht allein die *Structura pinnatifida* der Lebergefäfse, dieselbe Form der Leber, Milz, des Pancreas wieder, sondern überzeugte mich auch, dafs die Stelle, welche Cuvier dem *Squalus vulpes* L. angewiesen, nicht richtig ist. Er gehört zwar mit den Gattungen *Carcharias* und *Lamna* zur Abtheilung der Haifische ohne Spritzlöcher mit Afterflosse, aber unter die Gattung *Carcharias* kann er nicht gebracht werden. *Squalus vulpes* hat eine schraubenförmige Spiralklappe des Darms. Die wahren *Carcharias* haben aber, wie ich bei *Carcharias vulgaris* und *Carcharias glaucus* gefunden, dieselbe segelartige Spiralklappe wie die Zygaenen und der *Squalus thalassinus* Val. Schon an den von Hrn. Meyen mitgebrachten Eingeweiden eines *Squalus glaucus* fand sich die longitudinale Klappe. Da jedoch der *Carcharias glaucus* Cuv., *Squalus glaucus* Bloch, mit dem *Squalus thalassinus* Val. in der Färbung ganz übereinstimmt, so war eine noch bestimmtere Nachweisung nöthig. Diese gewann ich durch die Untersuchung des *Carcharias vulgaris* und *Carcharias glaucus* des zoologischen Museums. Der letztere ist das von Bloch beschriebene und abgebildete Exemplar. Also die wahren *Carcharias* haben eine longitudinale segelartige Darmklappe, *Squalus vulpes,* wie die Gattung *Lamna* in derselben Familie, eine schraubenförmige Klappe. Die Zähne der *Carcharias* sind von denen des *Squalus vulpes* nicht ganz verschieden; bei beiden sind sie dreieckig, platt, aber nur bei den *Carcharias* am Rande meist sägeartig gezähnelt. Allein die abortive Afterflosse und abortive zweite Rükkenflosse und der ungeheuer verlängerte obere Lappen der Schwanzflosse sind bei *Squalus vulpes* eigenthümlich. Ich bilde daher aus *Squalus vulpes* L., *Carcharias vulpes* Cuv. mit *Rafinesque* eine eigene Gattung, *Alopecias Nobis*, *Alopias Rafinesque.* Man kennt bis jetzt nur eine Art, *Alopecias vulpes.* Die Familie der Haifische ohne Spritzlöcher mit Afterflosse enthält also die Gattungen *Carcharias, Alopecias, Lamna.* Der Name *Alopecias* kommt schon in der Ichthyologie der Alten vor. *Artedi synonymia piscium ed. Schneider. Lips.* 1789. 134. 138. Was die Verbreitung der segel-

artigen Klappe betrifft, so habe ich sie in anderen Gattungen von Haifischen und auch bei Rochen nicht vorgefunden. Untersucht wurden die Gattungen *Lamna, Scyllium, Galeus, Mustelus, Spinax, Centrina, Squatina, Rhinobatus, Torpedo, Narcine, Raja, Myliobates.* Sie alle haben die schraubenförmige Spiralklappe. Die segelartige longitudinale Klappe ist also bis jetzt nur von den Gattungen *Carcharias, Zygaena* und dem *Squalus thalassinus* Val. bekannt. Die Eingeweide der Gattungen *Notidanus, Selache, Cestracion, Scymnus, Pristis, Rhina, Anacanthus, Propterygia, Rhinoptera, Cephaloptera* sind noch nicht untersucht.

Der zweite Theil dieses Nachtrags betrifft die von mir bei *Alopecias vulpes* beobachteten Wundernetze am Darmkanal, die ich an den von der Leber isolirten Eingeweiden der Schultzschen Sammlung nicht wahrnehmen konnte. An der Seite des Magens liegt ein grofses quastförmiges Wundernetz von vielen hunderten strahlenförmigen Röhren, welche von allen Seiten zusammentreten und ihr Blut an einer gemeinsamen Stelle in den Stamm der Pfortader, noch in einiger Entfernung von der Leber ergiefsen. Sie kommen theils parallel, theils büschelartig aus den Wänden des Magens und haben eine Dicke von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Linie. Sie anastomosiren unter einander. Dicht vor dem Eintritt der Pfortader in die Leber nimmt sie noch ein kleines Wundernetz vom obersten Theile des Magens oder vom Schlunde auf. Aber der Stamm der Pfortader, der vom Darmkanal her aufsteigt, nimmt schon viel früher und lange vor der Aufnahme des grofsen Wundernetzes des Magens, kleine Büschel von gehäuften Adern von der Milz, vom Pancreas und ein sehr grofses Wundernetz von dem Theil des Darms auf, worin sich die Spiralklappe befindet. Das letztere Wundernetz ist ebenso grofs wie das des Magens. Eine grofse Darmvene, der Anfang der Pfortader, steigt wie bei den übrigen Plagiostomen mit schraubenförmiger Darmklappe von dem untersten Theil des Darms herauf, dicht auf der Oberfläche des Darms gelegen; bei *Alopecias vulpes* befindet sich an dieser Stelle eine Anschwellung, so weit der Venenstamm über den Theil des Darms hingeht, der mit der Klappe versehen ist. Sie entsteht durch das Wundernetz. Alle von diesem Darmstück kommenden Gefäfse bilden lauter feine, parallele, hier und da unter einander anastomosirende Röhren, auf das dichteste gedrängt, so dafs man an dieser Stelle die Wände des Darms selbst wegen der gehäuften Gefäfse nicht sieht. Die Gefäfse treten unter geradem oder wenig schiefem

Winkel in den Stamm, und zwar von beiden Seiten, so dafs das Ganze die vollkommenste Ähnlichkeit mit einer Federfahne darbietet. Das Wundernetz hört unten, wo die Spiralklappe im Darm aufhört, auch auf und hier auf dem Mastdarm haben die Blutgefäfse die gewöhnliche Anordnung, die baumförmige Verästelung.

Diese Art der Wundernetze unterscheidet sich von denen an der Leber der Thunfische und den Wundernetzen des *Squalus cornubicus*, dafs die quastförmig in einer Richtung vertheilten Gefäfse nicht wieder sich in neue Stämme sammeln und hat mehr Ähnlichkeit mit den Wundernetzen an den Extremitäten der Tardigraden, wo wenigstens diese Sammlung nicht vollständig ist. Die Arterien der Eingeweide nehmen innerhalb der Wundernetze des *Alopecias vulpes* ein ähnliches Verhalten wie die Venen an. Ich habe viele Rochen und Haifische auf diese Bildung untersucht, sie aber nicht wiedergefunden. Die Fische, bei denen bis jetzt Wundernetze beobachtet sind, sind demnach unter den Knochenfischen *Thynnus vulgaris, Th. brachypterus,* unter den Knorpelfischen *Lamna cornubica* und *Alopecias vulpes*. Bei einer andern Gelegenheit werde ich die Wundernetze der letzteren durch Abbildungen erläutern. Noch mufs ich der sehr langen canalartigen, aber geschlängelt gewundenen und von der Substanz des gröfsern Leberlappen gröfstentheils verdeckten Gallenblase des *Alopecias vulpes* erwähnen, wovon ich an einem andern Ort auch eine Abbildung geben werde.



Mathematische

Abhandlungen

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

Aus dem Jahre

1835.

Berlin.

Gedruckt in der Druckerei der Königl. Akademie
der Wissenschaften.

1837.

In Commission bei F. Dümmler.



Inhalt.

Theoretische Untersuchung der Gesetze, nach welchen das Licht an der Grenze zweier vollkommen durchsichtigen Medien reflectirt und gebrochen wird.

Von
Hrn. F. E. NEUMANN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 7. December 1835.]

§. 1.

Die Theorie der Reflexion und Refraction besteht aus zwei Theilen, der eine beschäftigt sich mit der Richtung der reflectirten oder gebrochenen Lichtstrahlen, der andere mit deren Intensitäten. Der erste Theil hat einen hohen Grad der Vollendung erreicht, sowohl in der Emanations-Theorie des Lichtes als in der Undulations-Theorie durch die Arbeiten von Newton, Laplace, Huyghens und Fresnel. Die Gesetze der Richtungen, sowohl der reflectirten als der gebrochenen Strahlen sind in der Emanations-Theorie in vielen Fällen aus der Theorie abgeleitet, in der Undulations-Theorie aber kann man sie als vollständig aus den theoretischen Vorstellungen deducirt ansehen, vorausgesetzt, dafs es nicht noch krystallinische Medien giebt, in denen sich das Licht nach andern Gesetzen bewegt, als in den bis jetzt untersuchten, was mehr als wahrscheinlich ist. Mit dem andern Theil, mit der Untersuchung der Intensitäten, mit welchen das Licht reflectirt und gebrochen wird, hat man vor Lambert sich gar nicht beschäftigt, und er ist, sagt Lambert, den früheren Physikern so schwierig erschienen, dafs sie nicht einmal die hierher gehörigen Erscheinungen durch genaue Experimente zu bestimmen versucht haben. Was Lambert selbst aber in seiner Photometrie dieserhalb versuchte, mufste vergeblich sein, da der Schlüssel der hier zu untersuchenden Erscheinungen noch fehlte, nämlich die von Malus entdeckte Polarisation des Lichtes, welche durch Reflexion hervorgebracht

wird. Fresnel erst, nachdem der Malusschen Entdeckung die so einflufsreiche von ihm und Arago gemachte Entdeckung der Gesetze über die Interferenz polarisirter Strahlen hinzugefügt war, konnte sich an dieses bis dahin unangreifbare Problem über die Intensität des reflectirten und gebrochenen Lichtes wagen, und das, was er hier leistete (Pogg. Ann. d. Phys. Bd. XXII.), ist nicht das geringste Document des hohen und scharfsinnigen Talents, womit er die Epoche der neueren Optik begründete. Er löste das Problem, die Intensität des Lichtes zu bestimmen, mit welcher dasselbe durch die Oberfläche eines vollkommen durchsichtigen unkrystallinischen Körpers reflectirt oder gebrochen wird, und mit dieser Lösung ergaben sich ihm als Folgerungen die theoretischen Bestimmungen für grofse Klassen von Phänomenen, die schon lange die Aufmerksamkeit der Physiker auf sich gezogen, zum Theil genauer durch Experimente bestimmt waren, ohne dafs die Gesetze, wodurch sie untereinander verbunden waren, hatten entdeckt werden können; dahin gehören: die vollständige Polarisation durch Reflexion unter dem Polarisations-Winkel und die theilweise Polarisation durch Reflexion unter andern Winkeln und deren Vermehrung durch wiederholte Reflexionen; ferner die theilweise Polarisation durch Refraction und ihre Vermehrung durch wiederholte Refractionen; ferner die Drehung der Polarisations-Ebenen, wenn polarisirtes Licht reflectirt oder gebrochen wird u. s. w. Der merkwürdigste Gebrauch, den Fresnel von seinen Formeln machte, ist wohl ihre glückliche Interpretation für den Fall der totalen Reflexion, wodurch er die Gesetze einer Klasse von Erscheinungen auffand, welche der experimentellen Untersuchung wohl noch für lange Zeit verborgen geblieben wären, die Gesetze, nach welchen das hier reflectirte Licht elliptisch oder circulär polarisirt wird. — Als Fresnels Arbeiten, zum Nachtheil für die Fortschritte der Wissenschaft zu lange zurückgehalten, bekannt wurden, hatte der Kreis von Erfahrungen die Grenzen, welche er sich in seiner Theorie der Reflexion und Refraction gesteckt hatte, schon überschritten und hat sie später noch mehr überschritten. Seebeck hat die von Brewster (*Philosophical Transact.* 1819.) früher angefangene Untersuchung über den Einflufs der Oberflächen krystallinischer Körper auf das reflectirte Licht mit dem glücklichsten Erfolge weiter geführt (Poggend. Ann. d. Phys. Bd. XXI.) und Brewster hat eine Klasse von Phänomenen genauer kennen gelehrt, welche von der Einwirkung metallischer Oberflächen auf das re-

flectirte Licht abhängen, womit die früher von Arago (Pogg. Ann. d. Phys. Bd. XXVI.) beobachteten und später durch Nobili (Pogg. Ann. Bd. XXII.) und Airy (Pogg. Ann. Bd. XXVI.) erweiterten Thatsachen in Zusammenhang stehen. Diese von Brewster entdeckten Eigenschaften des an Metallflächen reflectirten Lichtes, für welche ich das Gesetz aus seinen Beobachtungen abgeleitet (Pogg. Ann. Bd. XXVI.) habe, scheinen durch die von Airy gemachten Wahrnehmungen an dem von der Oberfläche des Diamants reflectirten Lichte (Pogg. Ann. Bd. XXVIII.) in Zusammenhang gesetzt zu werden mit denjenigen, welche das an der Oberfläche vollkommen durchsichtiger Körper reflectirte Licht zeigt.

Man darf nicht eher hoffen, die Erscheinungen, welche das an Metallflächen reflectirte Licht zeigt, aus einer allgemeinen Theorie des Lichtes zu deduciren, bis man eine genaue optische Definition hat von dem, wodurch der gröfsere oder geringere Grad von Undurchsichtigkeit bewirkt wird, wozu, ungeachtet der Vorarbeiten durch die mannigfaltigen Untersuchungen über die Absorbtion des Lichtes, namentlich von Brewster und Herschel, doch der Schlüssel noch zu fehlen scheint. Offener dagegen zeigt sich der Weg auf der andern Seite für die Vervollständigung der Fresnelschen Theorie der Reflexion und Refraction, ihre Ausdehnung nämlich auf die Fälle, wo die Reflexion und Refraction durch Oberflächen vollkommen durchsichtiger, aber krystallinischer Körper hervorgebracht wird. Auch ist in dieser Hinsicht schon von Seebeck ein Versuch gemacht, nämlich das Gesetz für die von ihm beobachteten Winkel der vollständigen Polarisation durch Reflexion an krystallinischen Oberflächen aus ähnlichen theoretischen Principien, als die, welche Fresnel für unkrystallinische zu Grunde gelegt hat, abzuleiten (Pogg. Ann. Bd. XXII.). Diese Erweiterung der Fresnelschen Theorie leidet indefs an einigen Schwierigkeiten, besonders aber an der, dafs sie sich nicht auf alle hierher gehörige Erscheinungen ausdehnen läfst.

Die durch die vorgeschrittenen experimentellen Untersuchungen vorgelegten Fragen sind etwa folgende: Das allgemeine Gesetz der Polarisations-Winkel, welche Lage auch die reflectirende Fläche in Beziehung auf die optischen Axen habe, und in welchem Azimuth die Reflexion stattfinde. — Das Gesetz für die Drehung der Polarisations-Ebene im reflectirten Strahl, welche bei der Reflexion an krystallinischen Körpern auch dann stattfindet, wenn der einfallende Strahl parallel oder senkrecht mit der Reflexions-Ebene po-

larisirt war. — Das Gesetz für die Abweichung der Polarisations-Ebene, wenn natürliches Licht unter dem Polarisations-Winkel reflectirt ist. — Das Gesetz, nach welchem das gebrochene Licht sich unter die zweierlei Strahlen, den gewöhnlichen und ungewöhnlichen, theilt; durch dieses Gesetz wird die Lage der Polarisations-Ebene des einfallenden Lichtes bestimmt, bei welcher der eine oder der andere Strahl verschwindet. — Das Gesetz, nach welchem sich bei der Reflexion im Innern eines krystallinischen Mediums das Licht zwischen den zwei reflectirten Strahlen und dem gebrochenen theilt. Erst wenn man diese beiden letztern Gesetze kennen wird, ist eine vollständige Theorie der Farben, welche die Krystalle im polarisirten Lichte zeigen, möglich. Man sieht, die Anzahl der Erscheinungen und Thatsachen, welche ihre Gesetze erst aus einer erweiterten Theorie der Reflexion und Refraction erwarten, ist grofs genug, um diese wünschenswerth zu machen. Der Zweck dieser Abhandlung ist diese Erweiterung der Theorie der Reflexion und Refraction, und sie erledigt nicht nur die aufgestellten Fragen, sondern erklärt überhaupt alle diejenigen Phänomene des Lichtes, welche von der Verschiedenheit der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten desselben abhängen. —

Wenn man alle Umstände erwägt, wodurch die Reflexion durch unkrystallinische vollkommen durchsichtige Körper sich von der Reflexion solcher krystallinischen Körper unterscheidet, so kann man nicht zweifeln, dafs in der Theorie jene uur als ein besonderer Fall erscheinen mufs; man findet nichts, woraus ein qualitativer Unterschied zwischen diesen beiderlei Fällen entstehen könnte, wie z. B. zwischen der Reflexion durch vollkommen durchsichtige Körper und durch metallische. In den Principien, worauf die Intensität des von unkrystallinischen durchsichtigen Körpern reflectirten und gebrochenen Lichtes beruht, mufste also die Möglichkeit liegen, sie so allgemein zu fassen, dafs auf ihnen auch die Theorie der von krystallinischen durchsichtigen Oberflächen reflectirten und gebrochenen Lichtmengen gegründet werden könnte. Dies ist indefs bei den Fresnelschen Principien nicht der Fall, schon deshalb, weil sie in allen durchsichtigen Körpern eine gleiche Elasticität des Lichtäthers voraussetzen. Dadurch sind bei mir die Zweifel gegen ihre Zulässigkeit verstärkt worden, die schon von einer andern Seite her in mir erregt waren. Diese waren zuerst entstanden aus der Definition, welche Fresnel von der Polarisations-Ebene gegeben hat, dafs

sie nämlich diejenige sei, welche durch den Strahl gelegt, senkrecht auf der Richtung der Bewegung seiner Theilchen steht; diese Definition ist ein wesentlicher Bestandtheil des Fundaments, worauf er seine Theorie der reflectirten und gebrochenen Lichtintensitäten gegründet hat. Die Theorie der doppelten Strahlenbrechung aber (Pogg. Ann. Bd. XXV.), welche ich auf eine strenge Weise aus denselben Principien abgeleitet habe, auf welchen Fresnel die seinige gründete, forderte eine andere, entgegengesetzte Definition von der Polarisations-Ebene, dafs sie nämlich diejenige Ebene sei, welche durch die Richtung des Strahls und zugleich durch die Richtung der Bewegung seiner Theilchen gelegt sei.

Ich werde im Folgenden eine auf andere Voraussetzungen gegründete Theorie der reflectirten und gebrochenen Lichtquantitäten entwickeln, deren Principien so allgemein sind, dafs sie nicht allein auf unkrystallinische durchsichtige Körper angewandt werden können, sondern auch auf krystallinische, diese mögen zur Abtheilung der einaxigen oder zweiaxigen Krystalle gehören, und die zugleich die Definition der Polarisations-Ebene in sich schliefst, welche die erwähnte Theorie der doppelten Strahlenbrechung fordert. Wenn in gewissen krystallinischen Medien noch andere Gesetze der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Lichtes, als die bis jetzt gekannten, sollten entdeckt werden, so werden auch auf diese meine Principien mit Leichtigkeit angewandt werden können.

Ehe ich mich aber zu deren Auseinandersetzung wende, werde ich die Resultate der Fresnelschen Arbeit über die Intensitäten der an der Oberfläche unkrystallinischer Medien reflectirten und gebrochenen Lichtstrahlen kurz anführen, weil ich diese, obgleich mit den Principien, aus denen sie hergeleitet, nicht einverstanden, durch die Erfahrung als genau erwiesen ansehe, und sie deshalb den Resultaten, zu welchen ich auf einem anderen Wege gelange, zur Bestätigung dienen.

Das auf die Oberfläche eines durchsichtigen Mediums fallende Licht sei polarisirt, nach irgend einem Azimuth; man denke es sich zerlegt in zwei Portionen, wovon die eine, deren Intensität mit S^2 bezeichnet werden soll, nach der Einfalls-Ebene polarisirt sei, die andere, mit P^2 zu bezeichnen, senkrecht auf der Einfalls-Ebene; das von der Oberfläche reflectirte Licht R^2 denke man sich gleichfalls zerlegt in die Theile R_s^2 und R_p^2 und das gebrochene T^2 in die Theile T_s^2 und T_p^2, wo die Theile R_s^2 und T_s^2 nach der

Einfalls-Ebene polarisirt sein sollen, R_p^2 und T_p^2 senkrecht auf der Einfalls-Ebene. Hiernach ist $R^2 = R_s^2 + R_p^2$ und $T^2 = T_s^2 + T_p^2$, und nimmt man als Einheit der Lichtintensität diejenige des einfallenden Lichtes an, so ist $S^2 + P^2 = 1$.

Die Hauptformeln der Fresnelschen Theorie sind folgende:

$$(A)\quad \begin{aligned} &1.\ R_s^2 = \left(\frac{\sin \phi - \phi'}{\sin \phi + \phi'}\right)^2 S^2 \\ &2.\ R_p^2 = \left(\frac{\operatorname{tang} \phi - \phi'}{\operatorname{tang} \phi + \phi'}\right)^2 P^2 \\ &3.\ T_s^2 = \frac{\sin 2\phi \sin 2\phi'}{\sin^2 \phi + \phi'} S^2 \\ &4.\ T_p^2 = \frac{\sin 2\phi \sin 2\phi'}{\sin^2 \phi + \phi' \cos^2 \phi - \phi'} P^2 \end{aligned}$$

wo ϕ den Einfalls-Winkel bedeutet und ϕ' den Brechungs-Winkel.

Es sind mehrere Arten von Beobachtungen, durch welche diese Ausdrücke bestätigt worden sind, nämlich:

1) Die sehr genauen Beobachtungen über die Polarisations-Winkel durch Seebeck, wodurch das Brewstersche Gesetz über allen Zweifel erhoben ist, welches selbst eine Folge aus 2. ist. Nämlich aus $R_p = 0$ ergiebt sich $\operatorname{tang} \phi = n$, wenn n der Refractions-Coefficient des reflectirenden Körpers ist.

2) Durch die zahlreichen Beobachtungen über die Drehung der Polarisations-Ebene durch Reflexion, welche von Fresnel (Pogg. Ann. d. Phys. Bd. XXII.), besonders aber von Brewster (Pogg. Ann. Bd. XIX.) angestellt sind. Die Tangente des Azimuths der durch Reflexion abgelenkten Polarisations-Ebene ist

$$\frac{R_p}{R_s} = \frac{\cos \phi + \phi'}{\cos \phi - \phi'} \frac{P}{S},$$

wo $\frac{P}{S}$ die Tangente des Azimuths der Polarisations-Ebene des einfallenden Strahles ist.

3) Durch die von Brewster angestellten Beobachtungen über das Azimuth der Polarisations-Ebene im gebrochenen Strahl (Pogg. Ann. Bd. XIX.); dieses Azimuth ist

$$\frac{T_p}{T_s} = \frac{1}{\cos \phi - \phi'} \frac{P}{S}.$$

4) Durch zwei directe Beobachtungen von Arago über die reflectirte Intensität des nicht polarisirten Lichtes. Er beobachtete die Einfalls-Winkel, unter welchen der dritte und der vierte Theil des einfallenden Lichtes reflectirt wurde. Im nicht polarisirten Licht mufs man, wenn $S^2+P^2=1$ ist, setzen $S^2=P^2=\frac{1}{2}$, und die Intensität, mit welcher das natürliche Licht reflectirt wird, ist

$$R_s^2+R_p^2=\frac{1}{2}\left\{\frac{\sin^2\phi-\phi'}{\sin^2\phi+\phi'}+\frac{\operatorname{tang}^2\phi-\phi'}{\operatorname{tang}^2\phi+\phi'}\right\}.$$

Alle diese Beobachtungen stimmen so vollkommen mit den vorgelegten Ausdrücken überein, dafs man nicht zweifeln darf, dafs sie wirklich die genauen Gesetze derselben darstellen, wenigstens in so weit, als der Begriff eines vollkommen durchsichtigen Mediums in der Natur sich realisirt findet.

Ein besonderes Gewicht ist auf die unter 2) und 3) angeführten Beobachtungen von Fresnel und Brewster zu legen, nicht nur wegen ihrer grofsen Ausdehnung, sondern weil sie die Richtigkeit der Formeln (A) am directesten beweisen. Es ist wahr, jede dieser Beobachtungs-Reihen bestätigt nur die Richtigkeit der Verhältnisse der Gröfsen R_s zu R_p und P_s zu P_p, aber beide zusammen beweisen die Richtigkeit der absoluten Werthe. Man kann aus den beobachteten Winkeln, welche die Polarisations-Ebenen im reflectirten und gebrochenen Licht mit der Einfalls-Ebene bilden, wenn das einfallende Licht, schon polarisirt, auf einen vollkommen durchsichtigen unkrystallinischen Körper fiel, die Intensität des reflectirten und gebrochenen Lichtes bestimmen. Denn es folgt aus dem Begriff eines durchsichtigen unkrystallinischen Körpers, dafs

$$T_s^2=S^2-R_s^2 \text{ und } T_p^2=P^2-R_p^2$$

und man hat also, wenn α und β die beobachteten Azimuthe der Polarisations-Ebene im reflectirten und gebrochenen Strahl bezeichnen,

$$\frac{R_p}{R_s}=\operatorname{tang}\alpha, \qquad \frac{P^2-R_p^2}{S^2-R_s^2}=\operatorname{tang}^2\beta,$$

woraus R_p^2 und R_s^2 bestimmt werden können.

Jede Theorie der Reflexion und Refraction, welche nicht für die reflectirten und gebrochenen Intensitäten dieselben Werthe als die von Fresnel aus seiner Theorie abgeleiteten in (A) giebt, mufs verworfen werden, kommt

sie aber zu denselben Ausdrücken, so kann dies als eine für sie sehr günstige Bestätigung angesehen werden.

§. 2.

Die der neuen Theorie zu Grunde gelegten Voraussetzungen sind folgende:

1. Die Verschiedenheit der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in verschiedenen Medien oder die Brechung des Lichtes, rührt bei vollkommen durchsichtigen Medien allein her von der Verschiedenheit der Elasticität des Äthers; die Dichtigkeit desselben ist in allen diesen Medien gleich. In der Theorie von Fresnel ist es eine wesentliche Voraussetzung, dafs die Elasticität in allen durchsichtigen unkrystallinischen Medien gleich sei, und ihr verschiedenes Brechungsvermögen allein von der Verschiedenheit der Dichtigkeit hervorgebracht wird. Eine dieser beiden Voraussetzungen ist nöthig; man kann, wie aus 5. erhellen wird, nicht annehmen, dafs beide, Dichtigkeit und Elasticität, verschieden sind, wenn, wie die Erfahrung zu lehren scheint, die Phänomene der Reflexion und Refraction bei durchsichtigen Körpern allein vom Brechungs-Index dieser Körper abhängig sind. Mufs man sich aber für die eine oder die andere entscheiden, so kann man, glaube ich, nicht zweifelhaft sein, sich für den von mir aufgestellten Grundsatz zu entscheiden. Man kann in den krystallinischen Medien wohl verschiedene Elasticität nach den verschiedenen Richtungen annehmen, aber nicht verschiedene Dichtigkeiten. Diese Gründe beziehen sich nur auf die durchsichtigen Körper, es wäre möglich, dafs bei den metallischen und andern, in so weit sie nicht vollkommen durchsichtig sind, eine Verschiedenheit in der Elasticität und Dichtigkeit zugleich statt fände.

2. Das einfallende Licht besteht aus Transversalschwingungen, und erzeugt bei der Reflexion und Refraction nur eben solche Schwingungen.

3. Die Richtung der Schwingungen liegt überall, in krystallinischen und nichtkrystallinischen Medien, in der Wellen-Ebene.

Diese beiden Voraussetzungen sind den Fresnelschen Theorien entlehnt; jene legt er in der oft erwähnten Theorie der reflectirten und gebrochenen Licht-Intensitäten zum Grunde, diese erhält er als ein Resultat seiner Theorie der doppelten Strahlenbrechung. Nach der von mir gegebenen Theorie der doppelten Strahlenbrechung macht die Richtung der Be-

wegung der Theilchen im Allgemeinen einen kleinen Winkel mit der Wellen-Ebene.

4. Die Polarisations-Ebene einer Wellen-Ebene ist die durch ihre Normale und die Richtung ihrer Bewegung gelegte Ebene. Diese der Fresnelschen Bestimmung entgegengesetzte Definition geht mit Nothwendigkeit aus meinen Untersuchungen über die doppelte Strahlenbrechung (Pogg. Ann. d. Phys. Bd. XXV.) hervor.

Die Polarisations-Ebene eines Strahls nenne ich die durch ihn und die Richtung der Bewegung seiner Theilchen gelegte Ebene. Ich werde später zeigen dafs der Strahl immer senkrecht auf der Richtung der Bewegung seiner Theilchen steht.

5. Über die Reflexion und Refraction an der Oberfläche vollkommen durchsichtiger Körper sind folgende Vorstellungen zu Grunde gelegt.

A. Es sei AB in Fig. 1. eine Wellen-Ebene, welche durch die gemeinschaftliche Grenze GG zweier durchsichtigen, und der gröfseren Allgemeinheit wegen werde ich annehmen, krystallinischen Medien gebrochen ist in die Wellen-Ebene BC und reflectirt in die Wellen-Ebene BD. Diese drei Wellen-Ebenen schneiden die brechende Ebene GG in derselben Linie. Jede dieser drei Wellen-Ebenen AB, BC, BD schreitet mit der ihr eigenthümlichen von der Richtung ihrer Polarisations-Ebene und ihrer Lage in Beziehung auf die optischen Axen abhängigen Geschwindigkeit parallel mit sich fort, so dafs nach Verlauf einiger Zeit sie die mit ihnen parallelen Lagen, welche in B' durch punktirte Linien angegeben sind, erhalten haben; sie sind aber so mit einander verbunden, dafs sie zu gleicher Zeit in B' anlangen. Durch diese Bedingung ist die relative Lage der drei Ebenen dieses Systems von Wellen-Ebenen bestimmt. In der That, es sei der Einfalls-Winkel der Wellen-Ebene $ABG = i$, der Reflexions-Winkel $DBG = r$ und der Refractions-Winkel $CBG = s$, die respectiven Fortpflanzungsgeschwindigkeiten seien n, m und u, so ist die Bedingung, dafs der Punkt B, man mag ihn zu der einen oder der andern Wellen-Ebene gehörig betrachten, sich immer mit derselben Geschwindigkeit bewege, ausgedrückt durch folgende zwei Gleichungen:

$$\frac{1}{n}\sin i = \frac{1}{m}\sin r, \quad \frac{1}{n}\sin i = \frac{1}{u}\sin s.$$

Die Gröfsen n, m, u hängen von der Lage der ihnen angehörigen Wellen-Ebenen ab, und sind also, weil bei einer gegebenen brechenden Ebene und Einfalls-Ebene, ihre Lage allein durch i, r, s bestimmt ist, bekannte Functionen dieser Winkel. Von den beiden Gleichungen wird also die eine den Winkel r zu bestimmen dienen, die andere den Winkel s. Führt man die Rechnung aus, indem man für n, m und u die von Fresnel gegebenen Werthe setzt, ausgedrückt durch die Winkel i, r, s, so führt jede dieser beiden Gleichungen auf eine biquadratische Gleichung. Wir werden sehen, dafs bei der ersteren es die beiden negativen Wurzeln sind, wodurch die zwei reflectirten Wellen-Ebenen bestimmt werden, und bei der zweiten sind es die beiden positiven Wurzeln, wodurch die zwei gebrochenen Wellen-Ebenen bestimmt werden.

B. Alle Theilchen derselben Wellen-Ebene haben dieselbe Bewegung, sowohl ihrer Richtung als ihrer Geschwindigkeit nach; diese Gleichheit innerhalb jeder Wellen-Ebene erstreckt sich bis zu der gemeinschaftlichen Durchschnitts-Linie sämmtlicher Wellen-Ebenen in B. Die Bewegung der Theilchen, welche in diesem Durchschnitt B liegen, ist die Summe der Bewegungen, welche ihnen von den Wellen-Ebenen des ersten Mediums, also von der einfallenden Wellen-Ebene und den reflectirten Wellen-Ebenen mitgetheilt oder die Summe der Bewegungen, welche ihnen von den Wellen-Ebenen des zweiten Mediums, d. i. den gebrochenen Wellen-Ebenen mitgetheilt wird. Beide Summen sind sich gleich. Die Componenten der Bewegung, welche den Theilchen in B von der einfallenden und den reflectirten Wellen-Ebenen ertheilt wird, sind gleich den Componenten der Bewegung, welche ihnen von den gebrochenen Wellen-Ebenen ertheilt wird. Fresnel nahm nur die Gleichheit der beiderlei Componenten an, welche parallel mit der brechenden Ebene sind. Meine Annahme habe ich auf folgende Betrachtung gestützt:

Wenn man das Problem der Reflexion und Refraction von Licht-Wellen-Ebenen an der Grenze zweier durchsichtigen Medien strenge aus den Gleichungen der Mechanik, welche ich in Pogg. Ann. d. Phys. Bd. XXV. aufgestellt habe, lösen wollte, so müfste man in Beziehung auf diese Grenze die zwei Bestimmungen machen, 1) dafs in ihr beide Medien fest mit einander verbunden seien, und 2) dafs der Druck, welcher durch die Verschiebung der Theilchen in B in dem einen Medium erregt wird, gleich

sei dem Druck, welcher durch dieselbe Verschiebung in dem andern Medium erregt wird. Durch diese zwei Bestimmungen würde man sechs Bedingungsgleichungen erhalten, wodurch die willkührlichen Functionen, welche in dem allgemeinen Integrale enthalten sein müssen, bestimmt werden. Die erste dieser Bestimmungen, dafs die beiden Medien fest mit einander in ihrer Grenze verbunden sind, verbunden mit der Annahme, dafs alle Theilchen derselben Wellen-Ebene dieselbe Bewegung haben, ist genau meine Annahme. Denn aus der Gleichheit der Geschwindigkeiten der Theilchen in B folgt die Gleichheit ihrer Verrückungen.

6. Die lebendige Kraft in der einfallenden Wellen-Ebene ist gleich der Summe der lebendigen Kräfte in den reflectirten Wellen-Ebenen und in den gebrochenen Wellen-Ebenen.

Dieses Princip hat die hier zu entwickelnde Theorie der reflectirten und gebrochenen Licht-Intensitäten gemeinschaftlich mit der Fresnelschen Theorie. Ich gestehe aber, dafs es dasjenige ist, welches von der theoretischen Seite am meisten Zweifel in Beziehung auf seine Zulässigkeit erregen mufs; denn man begreift nicht, wie nicht ein Theil der lebendigen Kraft der einfallenden Wellen-Ebene zu longitudinalschwingenden Wellen, die nicht als Lichtwellen wahrgenommen werden, sollte verwandt werden; es müfste ein Theil des Lichtes immer verschwinden, weil seine Intensität eben durch die lebendige Kraft der transversalschwingenden Wellen-Ebenen gemessen wird, und es existirten eigentlich keine vollkommen durchsichtige Körper. Dieses Princip kann also nur auf den Grund der Erfahrung angenommen werden, dafs es wirklich Körper giebt, bei welchen die Intensität des einfallenden Lichts gleich ist der Summe der Intensitäten, mit welchen das Licht reflectirt und gebrochen wird.

§. 3.

Ich werde die im vorigen Paragraphen entwickelten Grundsätze zuerst anwenden auf den Fall, wo das zurückwerfende und brechende Medium ein unkrystallinisches ist.

Das auf die Oberfläche auffallende Licht mag polarisirt sein oder nicht, immer kann man es sich zerlegt denken in zwei Theile, von denen der eine nach der Einfalls-Ebene polarisirt ist, der andere senkrecht darauf; jener erzeugt eine reflectirte und eine gebrochene Welle, die wiederum nach

der Einfalls-Ebene polarisirt sind, dieser erzeugt nur senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirte Wellen durch Reflexion und Refraction. Beide Licht-Portionen lassen sich also von einander unabhängig betrachten. Ich werde dasjenige Licht zuerst untersuchen, das senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirt ist. Es sei Fig. 2. AC eine auf die brechende Oberfläche GG fallende, senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirte Wellen-Ebene, FB ihre reflectirte und BD ihre gebrochene; in allen drei Wellen-Ebenen geschieht die Bewegung parallel mit der brechenden Ebene, und die Geschwindigkeit dieser Bewegung sei in der einfallenden, in der reflectirten und in der gebrochenen Welle respective P, R_p, D_p. Alsdann hat man nach dem Princip der Gleichheit der Componenten §. 2. 5, B.

$$P + R_p = D_p. \tag{1}$$

Die Gleichung der Erhaltung der lebendigen Kräfte wird eine zweite Gleichung gewähren, um R_p und D_p zu bestimmen. Wegen der Gleichheit der Dichtigkeit nach §. 2. 1 kann man in die Gleichung der lebendigen Kraft die Producte der Quadrate der Geschwindigkeiten, multiplicirt mit den Verhältnissen der Räume setzen, welche von den Bewegungen derselben Undulation in der einfallenden, reflectirten und gebrochenen Welle eingenommen werden. Das Verhältnifs dieser drei Räume ist, wenn d und d' die Undulations-Längen des Lichtes bedeuten, in dem Medium, in welchem die einfallende Welle sich bewegt und in dem Medium, durch welches sie gebrochen wird: $AC \times d : BF \times d : BD \times d'$. Es ist $AC = BF$, und wenn ϕ den Einfalls-Winkel CAB und ϕ' den Brechungs-Winkel ABD bedeutet: $AC : BD = \cos\phi : \cos\phi'$; aufserdem hat man $d : d' = \sin\phi : \sin\phi'$. Demnach ist das Verhältnifs jener drei Räume:

$$\sin\phi\cos\phi : \sin\phi\cos\phi : \sin\phi'\cos\phi' = 1 : 1 : \frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\ \cos\phi}.$$

Es ist also die Gleichung, welche das Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft giebt, folgende:

$$P^2 = R_p^2 + D_p^2 \frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi}. \tag{2}$$

Bringt man R_p^2 auf die andre Seite des Gleichheitszeichens und dividirt diese Gleichung durch (1), so erhält man:

$$P - R_p = D_p \frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi}$$

und hieraus und aus (1) ergiebt sich

$$R_p = P\frac{\sin\phi\cos\phi - \sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi + \sin\phi'\cos\phi'} = P\frac{\text{tang}\,(\phi-\phi')}{\text{tang}\,(\phi+\phi')},$$

$$D_p = \frac{2P\sin\phi\cos\phi}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')}.$$

Bezeichnet man mit P^2 die Intensität des Lichtes der einfallenden Wellen-Ebene, so ist R_p^2 die Intensität des reflectirten Lichtes und $D_p^2\frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi}$ die Intensität des gebrochenen Lichtes: man hat also, wenn $D_p^2\frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi} = T_p^2$ gesetzt wird:

$$\left.\begin{aligned} R_p^2 &= P^2\frac{\text{tang}^2(\phi-\phi')}{\text{tang}^2(\phi+\phi')} \\ T_p^2 &= P^2\frac{\sin 2\phi\sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')\cos^2(\phi-\phi')}, \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

welches dieselben Ausdrücke als die in §. 1. (A) sind, deren Richtigkeit also erwiesen ist.

Es sei die einfallende Wellen-Ebene AC parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirt, ihre Bewegung sowohl, als die der reflectirten und gebrochenen Welle also gleichfalls parallel mit dieser Ebene; die Geschwindigkeit der Bewegung in der einfallenden Wellen-Ebene sei S, die in der reflectirten Welle R_s und die in der gebrochenen Welle D_s. Die Erhaltung der lebendigen Kräfte giebt folgende Gleichung:

$$S^2 = R_s^2 + D_s^2\frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi}. \quad (4)$$

Denkt man sich die Bewegungen S, R_s, D_s zerlegt nach Richtungen, die parallel mit der brechenden Fläche und senkrecht darauf sind, so erhält man aus dem Princip der Gleichheit der Componenten folgende zwei Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} S\sin\phi + R_s\sin\phi &= D_s\sin\phi' \\ S\cos\phi - R_s\cos\phi &= D_s\cos\phi'. \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Hier erhalten wir also eine Gleichung zuviel, da nur zwei Unbekannte, R_s und D_s, zu bestimmen sind; man sieht aber sogleich, dafs die dritte Gleichung aus den zwei anderen Gleichungen abgeleitet werden kann, und sie also nichts widersprechendes enthält. — Man mufs geneigt sein, in diesem Umstand eine Bestätigung der in §. 2. entwickelten Betrachtungen zu sehen,

dafs namentlich die vollkommene Durchsichtigkeit nur bei Gleichheit der Dichtigkeit der schwingenden Medien bestehen kann, denn die Gleichung der Erhaltung der lebendigen Kräfte würde bei ungleicher Dichtigkeit eine andere sein.

Aus den Gleichungen (5) erhält man:

$$R_s = -S\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}, \quad D_s = 2S\frac{\sin\phi\cos\phi}{\sin(\phi+\phi')}$$

und bezeichnet man wiederum $D_s^2 \frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi}$ mit T_s^2, so wird:

$$R_s^2 = S^2\frac{\sin^2(\phi-\phi')}{\sin^2(\phi+\phi')}$$

$$T_s^2 = S^2\frac{\sin 2\phi\sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')},$$

welche Werthe wiederum dieselben als die in §. 1. (A) sind.

Die neue Theorie giebt also die richtigen Werthe für die Intensitäten, mit welchen das Licht reflectirt und gebrochen wird an der Grenze zweier durchsichtigen unkrystallinischen Körper.

§. 4.

Dieselben Grunsätze werde ich jetzt anwenden auf den Fall, wo die Zurückwerfung und Brechung des Lichtes geschieht an der Grenze eines unkrystallinischen und eines krystallinischen vollkommen durchsichtigen einaxigen Mediums. Ich werde aber zuerst einige allgemeine, obgleich zum Theil bekannte Relationen entwickeln, weil sie im Folgenden gebraucht werden.

Die Lage der verschiedenen Linien und Ebenen soll durch ihre Winkel mit den drei rechtwinkligen Elasticitäts-Axen des krystallinischen Mediums ausgedrückt werden, an dessen Oberfläche die Reflexion und Refraction statt findet. Die Cosinusse der Winkel, welche die Normale der brechenden Ebene mit jenen Axen bildet, seien:

$$A, \quad B, \quad C.$$

Die Cosinusse der Normalen der einfallenden Wellen-Ebene seien a, b, c, der reflectirten α, β, γ, der gewöhnlich gebrochenen Wellen-Ebene α', β', γ' und der ungewöhnlich gebrochenen α'', β'', γ''.

Die Normale der Einfalls-Ebene habe zu Cosinussen

$$E_1, \quad E_2, \quad E_3.$$

Die Linie, in welcher die brechende Ebene von der Einfalls-Ebene geschnitten wird, sei bestimmt durch die Cosinusse

$$F_1, \quad F_2, \quad F_3.$$

Der Hauptschnitt der brechenden Ebene habe die Cosinusse

$$H_1, \quad H_2, \quad H_3.$$

Die Winkel, welche die brechende Ebene mit der einfallenden Wellen-Ebene und der ungewöhnlich gebrochene Ebene bildet, seien

$$\phi, \quad \phi', \quad \phi''.$$

Der Winkel, welchen der Hauptschnitt (H_1, H_2, H_3) mit dem Durchschnitt der Einfalls-Ebene und der brechenden Ebene (F_1, F_2, F_3) bildet, d. i. das Azimuth der Einfalls-Ebene, sei ω. Endlich seien μ' und μ'' die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der gewöhnlichen Wellen-Ebene und der ungewöhnlichen Wellen-Ebene, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in dem umgebenden unkrystallinischen Medium $= 1$ gesetzt.

Zur Bestimmung von E_1, E_2, E_3 hat man $E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 = 1$ und

$$\begin{aligned} AE_1 + BE_2 + CE_3 &= 0 \\ aE_1 + bE_2 + cE_3 &= 0. \end{aligned} \tag{1}$$

Für F_1, F_2, F_3 hat man $F_1^2 + F_2^2 + F_3^2 = 1$ und

$$\begin{aligned} AF_1 + BF_2 + CF_3 &= 0 \\ E_1F_1 + E_2F_2 + E_3F_3 &= 0. \end{aligned} \tag{2}$$

Zur Bestimmung von H_1, H_2, H_3 hat man $H_1^2 + H_2^2 + H_3^2 = 1$ und

$$\begin{aligned} AH_1 + BH_2 + CH_3 &= 0 \\ XH_1 + YH_2 + ZH_3 &= 0, \end{aligned} \tag{3}$$

wo X, Y, Z die Cosinusse der Normale der Ebene sind, welche durch den Hauptschnitt senkrecht auf der brechenden Ebene gelegt ist, und also bestimmt werden durch $X^2 + Y^2 = 1$, $Z = 0$ und

$$AX + BY = 0. \tag{4}$$

Für den Winkel ϕ und ω endlich hat man

$$\cos\phi = Aa + Bb + Cc. \tag{5}$$

$$\cos\omega = H_1F_1 + H_2F_2 + H_3F_3. \tag{6}$$

Mittels (1) (2) und (3) (4) können F_1, F_2, F_3 und H_1, H_2, H_3 durch a, b, c ausgedrückt werden, und diese Werthe in (6) gesetzt, geben eine Gleichung, welche mit (5) verbunden, die Gröfsen a, b, c durch ϕ und ω ausdrücken läfst, wenn zugleich berücksichtigt wird, dafs $a^2 + b^2 + c^2 = 1$ ist.

Um aber keine überflüssige Weitläufigkeit herbeizuführen, kann man annehmen, dafs $B = 0$ ist, weil bei den optisch einaxigen Krystallen nur die Richtung einer der Elasticitäts-Axen eine fest bestimmte ist. Alsdann ergiebt sich:

$$\begin{aligned} a &= A\cos\phi - C\sin\phi\cos\omega \\ b &= \sin\phi\sin\omega \\ c &= C\cos\phi + A\sin\phi\cos\omega. \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} T_1 &= C\cos\omega \\ T_2 &= -\sin\omega \\ T_3 &= -A\cos\omega. \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} E_1 &= C\sin\omega \\ E_2 &= \cos\omega \\ E_3 &= -A\sin\omega. \end{aligned} \tag{9}$$

Man erhält die Werthe von α, β, γ, α', β', γ', α'', β'', γ'' aus (7), wenn man, da die durch diese Cosinusse bestimmten Normalen alle in derselben Ebene liegen, in welcher die durch A, B, C und a, b, c bestimmten Normalen sich befinden, d. i. in der Einfalls-Ebene, den Winkel ϕ vertauscht mit: $-\phi$, ϕ', ϕ''.

Es seien G_1, G_2, G_3 die Cosinusse der Winkel, welche der Durchschnitt der Einfalls-Ebene und der einfallenden Ebene mit den Elasticitäts-Axen bildet, und I_1, I_2, I_3 die Cosinusse der Winkel des Durchschnitts der reflectirten Wellen-Ebene und der Einfalls-Ebene mit jenen Axen, so hat man

$$\begin{aligned} aG_1 + bG_2 + cG_3 &= 0 \\ E_1G_1 + E_2G_2 + E_3G_3 &= 0 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \alpha I_1 + \beta I_2 + \gamma I_3 &= 0 \\ E_1I_1 + E_2I_2 + E_3I_3 &= 0 \end{aligned}$$

und hieraus erhält man, wenn man die Werthe für $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma, E_1, E_2, E_3$ aus (7) und (9) setzt:

$$\begin{aligned} G_1 &= A \sin\phi + C \cos\phi \cos\omega \\ G_2 &= - \cos\phi \sin\omega \\ G_3 &= C \sin\phi - A \cos\phi \cos\omega \end{aligned} \tag{10}$$

und

$$\begin{aligned} I_1 &= A \sin\phi - C \cos\phi \cos\omega \\ I_2 &= \cos\phi \sin\omega \\ I_3 &= C \sin\phi + A \cos\phi \cos\omega. \end{aligned} \tag{11}$$

Um ϕ' und ϕ'' durch ϕ zu bestimmen, hat man:

$$\mu' \sin\phi = \sin\phi' \quad \text{und} \quad \mu'' \sin\phi = \sin\phi'',$$

wo μ' eine constante Gröfse $= \mu$ ist, nämlich die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der beiderlei Wellen, wenn sie beide senkrecht auf der Axe sind, daher die erste dieser beiden Gleichungen keiner weiteren Untersuchung bedarf. In der zweiten Gleichung ist aber μ'' eine Function des Winkels, welchen die Normale der ungewöhnlichen Welle mit der Axe bildet, d. i. eine Function von γ'', nämlich

$$\mu''^2 = \pi^2 + (\mu^2 - \pi^2)\,\gamma''^2, \tag{12}$$

wo π die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der ungewöhnlichen Wellen-Ebene ist, wenn sie parallel mit der Axe ist. Zur Bestimmung von ϕ'' hat man also, wenn statt γ'' sein Werth durch ϕ'' ausgedrückt gesetzt wird, die Gleichung:

$$\sin^2\phi\,\{\pi^2 + (\mu^2 - \pi^2)\,(C\cos\phi'' + A\sin\phi''\cos\omega)^2\} = \sin^2\phi''. \tag{13}$$

Von den zwei Wurzeln dieser quadratischen Gleichung entspricht die positive der vorliegenden Frage; die negative hat ihre Bedeutung bei der Reflexion im Innern des krystallinischen Mediums.

Es sollen die Richtungen der Bewegung in der gewöhnlichen Wellen-Ebene und in der ungewöhnlichen gefunden werden; die Cosinusse der Winkel, welche die erste Richtung mit den Elasticitäts-Axen bildet, seien R'_a, R'_b, R'_c und die zweite: R''_a, R''_b, R''_c. Die durch R'_a, R'_b, R'_c bezeichnete Richtung ist der Durchschnitt der Wellen-Ebene, deren Normale die die Cosinusse α', β', γ' hat, mit der durch die Axe und diese Normale gelegten Ebene; die andere Richtung, R''_a, R''_b, R''_c, steht senkrecht auf der

Ebene, welche durch die Axe und durch die mit α'', β'', γ'' bezeichnete Normale gelegt ist. Für die letztere Richtung hat man also:

$$\alpha'' R''_a + \beta'' R''_b + \gamma'' R''_c = 0$$
$$R''_c = 0$$

oder

$$(14) \qquad R''_a = \frac{\beta''}{\sqrt{\alpha''^2 + \beta''^2}}, \quad R''_b = -\frac{\alpha''}{\sqrt{\alpha^{2''} + \beta''^2}}, \quad R''_c = 0.$$

Setzt man statt α'', β'' die Gröfsen α', β', so erhält man die Cosinusse der Normale der Ebene, welche durch α', β', γ' und die Axe gelegt ist, und demnach hat man:

$$\alpha' R'_a + \beta' R'_b + \gamma' R'_c = 0$$
$$\beta' R'_a - \alpha' R'_b \qquad = 0,$$

woraus

$$(15) \qquad R'_a = \frac{\alpha'\gamma'}{\sqrt{\alpha'^2 + \beta'^2}}, \quad R'_b = \frac{\beta'\gamma'}{\sqrt{\alpha'^2 + \beta'^2}}, \quad R'_c = -\frac{\alpha'^2 + \beta'^2}{\sqrt{\alpha'^2 + \beta'^2}}.$$

Aus der gegebenen Lage der Wellen-Ebene soll die Richtung des ihr angehörigen Strahls gefunden werden. Bei der gewöhnlichen Wellen-Ebene steht der Strahl senkrecht auf der Wellen-Ebene; bei der ungewöhnlichen Wellen-Ebene hat der Strahl die Richtung des Radiusvectors, welcher von dem Mittelpunkt des Ellipsoids

$$\mu^2 x^2 + \mu^2 y^2 + \pi^2 z^2 = \mu^2 \pi^2,$$

wo die Ordinate z parallel mit der optischen Axe ist, nach dem Punkt der Oberfläche gezogen wird, in welchem dieses von der gegebenen Wellen-Ebene berührt wird. Die Gleichung der ungewöhnlichen Wellen-Ebene ist:

$$\alpha'' x + \beta'' y + \gamma'' z = 0.$$

Der nach dem Berührungspunkte gezogene Radiusvector bilde mit den drei Axen-Winkel, deren Cosinusse seien X, Y, Z, so ist seine Gleichung:

$$x = \frac{X}{Z} z, \quad y = \frac{Y}{Z} z.$$

Für den gemeinschaftlichen Berührungspunkt des Ellipsoids und der Ebene, nach welchem diese Linie vom Mittelpunkt aus gezogen ist, ist aber

$$-\frac{\partial x}{\partial z} = +\frac{\pi^2}{\mu^2} \frac{z}{x} = +\frac{\gamma''}{\alpha''}$$
$$-\frac{\partial y}{\partial z} = \frac{\pi^2}{\mu^2} \frac{z}{y} = \frac{\gamma''}{\beta''}.$$

Setzt man die sich hieraus ergebenden Werthe für $\frac{x}{z}$ und $\frac{y}{z}$ in die vorhergehenden Gleichungen, und bemerkt, dafs $X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$ ist, so findet man:

$$X = \frac{\pi^2 \alpha''}{T}$$

$$Y = \frac{\pi^2 \beta''}{T} \qquad T = \sqrt{\alpha''^2 \pi^4 + \beta''^2 \pi^4 + \gamma''^2 \mu^4} \qquad (16)$$

$$Z = \frac{\mu^2 \gamma''}{T}.$$

Nennt man ω'' das Azimuth des Strahls in Beziehung auf die Einfalls-Ebene, und δ'' seine Neigung gegen die Normale der brechenden Ebene

$$\operatorname{tang} \omega'' = \frac{A\gamma'' \sin \omega \frac{\mu^2 - \pi^2}{\pi^2}}{\sin \phi'' + A\gamma'' \cos \omega \frac{\mu^2 - \pi^2}{\pi^2}} \qquad (17)$$

$$\cos \delta'' = \frac{\cos \phi'' + \frac{\mu^2 - \pi^2}{\pi^2} C\gamma''}{\sqrt{1 + \frac{\mu^2 - \pi^2}{\pi^2} \gamma''^2}} \qquad (18)$$

§. 5.

Wir wollen jetzt die Gleichungen bilden, welche sich aus dem Princip der Gleichheit der Componenten ergeben. Die Einfalls-Ebene liegt im Azimuth π, der Einfallswinkel ist ϕ, die Brechungswinkel sind ϕ' und ϕ''. Die Geschwindigkeit der Bewegung in dem einfallenden Licht, parallel der Einfalls-Ebene, sei S; senkrecht auf der Einfalls-Ebene P, in dem reflectirten Licht, seien die beiden entsprechenden Componenten der Geschwindigkeit R_s und R_p, und die Geschwindigkeit der Bewegung in der gewöhnlichen Welle seien D', in der ungewöhnlichen D''. Diese sechs Bewegungen zerlegen wir in ihre Componenten, parallel den drei Coordinaten-Axen, und dann giebt das genannte Princip folgende drei Gleichungen:

$$PE_1 + SG_1 + R_p E_1 + R_s I_1 = D'R'_a + D''R''_a$$
$$PE_2 + SG_2 + R_p E_2 + R_s I_2 = D'R'_b + D''R''_b$$
$$PE_3 + SG_3 + R_p E_3 + R_s I_3 = D'R'_c + D''R''_c$$

Multiplicirt man die erste, zweite und dritte dieser Gleichungen zuerst mit E_1, E_2, E_3, dann mit F_1, F_2, F_3, und endlich mit A, $B = 0$, C, und addirt

jedesmal die drei Producte, so verwandeln sich diese drei Gleichungen, wenn berücksichtigt wird, dafs:

$$F_1 G_1 + F_2 G_2 + F_3 G_3 = \cos\phi = F_1 I_1 + F_2 I_2 + F_3 I_3$$

und

$$A G_1 + C G_3 \qquad = \sin\phi = -(A I_1 + C I_3)$$

in die drei folgenden:

$$(1) \quad \begin{aligned} P + R_p &= D'(R'_a E_1 + R'_b E_2 + R'_c E_3) + D''(R''_a E_1 + R''_b E_2 + R''_c E_3) \\ (S + R_s)\cos\phi &= D'(R'_a T_1 + R'_b T_2 + R'_c T_3) + D''(R''_a F_1 + R''_b F_2 + R''_c F_3) \\ (S - R_s)\sin\phi &= D'(R'_a A + R'_c C) \qquad\qquad + D''(R''_a A + R''_c C). \end{aligned}$$

Wenn man die Werthe von R'_a.., R''_a.., E'.., T'.. aus (13), (12), (8), (7) des vorigen Paragraphen setzt, und statt $\alpha' \beta' \gamma'$, $\alpha'' \beta'' \gamma''$ diejenigen, welche sich aus den Gleichungen (6) §. 4. ergeben, wenn in diesen, statt ϕ, gesetzt wird ϕ' und ϕ'', so findet man, nach gehörigen Reductionen:

$$(2) \quad \begin{aligned} R'_a E_1 + R'_b E_2 + R'_c E_3 &= + \frac{A \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} \\ R''_a E_1 + R''_b E_2 + R''_c E_3 &= \frac{C \sin\phi'' - A \cos\phi'' \cos\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}} \\ R'_a F_1 + R'_b F_2 + R'_c F_3 &= - \frac{\cos\phi' \{C \sin\phi' - A \cos\phi' \cos\omega\}}{\sqrt{1-\gamma'^2}} \\ R''_a F_1 + R''_b F_2 + R''_c F_3 &= + \frac{A \cos\phi'' \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}} \\ R'_a A + R'_c C &= - \frac{\sin\phi' \{C \sin\phi' - A \cos\phi' \cos\omega\}}{\sqrt{1-\gamma'^2}} \\ R''_a A + R''_c C &= \frac{A \sin\phi'' \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}} \end{aligned}$$

und demnach verwandeln sich die Gleichungen (1) in folgende:

$$\text{a.} \qquad P + R_p = + D' \frac{A \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} + D'' \frac{C \sin\phi'' - A \cos\omega \cos\phi''}{\sqrt{1-\gamma''^2}}$$

$$(3)\ \text{b.} \quad (S - R_s)\cos\phi = - D' \frac{\cos\phi' (C \sin\phi' - A \cos\phi' \cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2}} + D'' \frac{A \cos\phi'' \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}$$

$$\text{c.} \quad (S + R_s)\sin\phi = - D' \frac{\sin\phi' (C \sin\phi' - A \cos\phi' \cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2}} + D'' \frac{A \sin\phi'' \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}$$

Ich werde jetzt die Gleichung entwickeln, welche sich aus dem Princip der Erhaltung der lebendigen Kräfte ergiebt, und zu diesem Ende zuerst das Verhältnifs eines Volumens der einfallenden Welle zu denjenigen der gebrochenen und reflectirten Wellen aufsuchen, über welche sich die in jenem vorhanden gewesenen Geschwindigkeiten nach der Brechung und Reflexion verbreitet haben. Es sei Fig. 3. ab der Durchschnitt einer einfallenden Wellen-Ebene mit der Einfalls-Ebene, welche die Ebene der Zeichnung ist, und AB der Durchschnitt einer der folgenden Wellen-Ebenen mit der Einfalls-Ebene; in a denke man sich eine Linie, die senkrecht auf die Ebene $ABab$, d. i. den Durchschnitt der einfallenden Welle mit der brechenden Ebene, und denke sich diese verlängert bis a'; die drei Linien ab, aA, aa' seien die drei Seiten eines rechtwinkligen Parallelepipedums, welches das ursprüngliche Volumen der einfallenden Wellen sein soll, womit wir die Volumina, über welche sich die in diesem vorhandenen Geschwindigkeiten in den gebrochenen und reflectirten Wellen verbreiten, vergleichen wollen. Die Endpunkte der mit aa' parallelen Seiten des ursprünglichen Parallelepipedon, welche durch A, B, b gehen, sollen mit A', B', b' bezeichnet werden; die Seite Bb trifft die brechende Ebene in C, und die Seite $B'b'$ treffe dieselbe in C'. Ich werde, da wir annehmen, die einfallenden Wellen bewegen sich in einem unkrystallinischen Medium, nur das Volumen in den ungewöhnlich gebrochenen Wellen zu bestimmen haben, da das Volumen der gewöhnlich gebrochenen Wellen wie in einem unkrystallinischen Medium bestimmt wird, und das Volumen in den reflectirten Wellen gleich ist demjenigen in der einfallenden Welle. Es sei CD die ungewöhnlich gebrochene Wellen-Ebene, welche aus AB entstanden ist, und cd diejenige, welche aus ab entstanden ist; alle Geschwindigkeiten, welche von dem ursprünglichen rechtwinkligen Parallelepipedum Aaa' herrühren, sind eingeschlossen zwischen den beiden Ebenen CD und cd. Die Entfernung dieser beiden Ebenen, gemessen auf ihrer Normale aH ist Gg. Die zu diesen Wellen-Ebenen gehörigen Strahlen seien aS und CT, und zwar aS der gebrochene Strahl von aE und CT der gebrochene Strahl von CF; diese gebrochenen Strahlen liegen im Allgemeinen nicht in der Ebene der Zeichnung, d. i. in der Einfalls-Ebene; die Buchstaben D, d, c in der Figur sollen sich auf die wirklichen Durchschnitte der Wellen-Ebenen mit den Strahlen aS und CT beziehen. Wir denken uns ferner durch die Punkte

a' und C' zwei andere mit aE und CF parallele einfallende Strahlen: $a'E'$ und $C'F'$, und die diesen entsprechenden gebrochenen Strahlen bezeichnen wir mit $a'S'$ und $C'T'$; die Durchschnitte dieser Strahlen mit den Wellen-Ebenen, entsprechend den Durchschnitten D, d, c bezeichnen wir mit D', d', c'. Die Geschwindigkeiten, welche ursprünglich in dem rechtwinkligen Prisma $ABab\ A'B'a'b'$ sich befinden, haben sich ausgebreitet auf den Raum des schiefwinkligen Prisma $CDcd\ C'D'c'd'$; das Verhältnifs dieser beiden Prismen ist also das gesuchte Verhältnifs der beiden sich entsprechenden Volumina in den einfallenden und in den ungewöhnlich gebrochenen Wellen-Ebenen. Um den Inhalt des Prisma $C'DD'd$ zu finden, wollen wir den Inhalt der Basis $CC'DD'$ berechnen; diese Basis ist Fig. 4. dargestellt und durch die entsprechenden Buchstaben bezeichnet; G ist der Durchschnitt der Ebene dieser Basis mit ihrer durch a gelegten Normale, und G' ihr Durchschnitt mit ihrer durch a' gezogenen Normale. Der Inhalt der Basis soll mit W bezeichnet werden, und der Winkel DGC durch ψ, der Winkel DCG durch ξ und die Linie CC' durch α. Die Einheit des Maafses sei aC; alsdann ist $GC' = \cos\phi''$, $aG = \sin\phi''$. Der Winkel, welchen der Strahl aD mit der Normale aG bildet, sei q, alsdann ist $GD = \sin\phi'' \operatorname{tang} q$. Man hat

$$W = DC \times CC' \times \cos\xi = \alpha \cos\xi \times CD.$$

Es ist aber

$$CD \cos\xi = CG - GD \cos\psi = \cos\phi'' - \sin\phi'' \operatorname{tang} q \cos\psi$$

und also

$$(3) \qquad W = \alpha\,(\cos\phi'' - \sin\phi'' \cos\psi \operatorname{tang} q).$$

Hierin mufs der Werth für $\operatorname{tang} q$ substituirt werden. Die Cosinusse der Winkel, welche der Strahl mit den drei Coordinaten-Axen bildet, sind oben (16) §. 4. mit X, Y, Z bezeichnet und die Cosinusse der Normale der Wellen-Ebene durch α'', β'', γ''. Es ist $\cos q = \alpha'' X + \beta'' Y + \gamma'' Z$; setzt man hierin die Werthe für X, Y, Z aus §. 4. (16), so findet man

$$\cos q = \frac{\pi^2\alpha''^2 + \pi^2\beta''^2 + \mu^2\gamma''^2}{\sqrt{\pi^4\alpha''^2 + \pi^4\beta''^2 + \mu^4\gamma''^2}} = \frac{\pi^2 + (\mu^2 - \pi^2)\,\gamma''^2}{\sqrt{\pi^4 + (\mu^4 - \pi^4)\,\gamma''^2}}$$

und hieraus

$$(4) \qquad \operatorname{tang} q = + \frac{(\pi^2 - \mu^2)\,\gamma''\sqrt{1 - \gamma''^2}}{\pi^2 - (\pi^2 - \mu^2)\,\gamma''^2},$$

wo statt das $\pm$ vor dem Werth von $\operatorname{tang} q$ das $+$ gesetzt ist. Dadurch erhält

in einaxigen Krystallen tang q immer einen positiven Werth, vorausgesetzt, dafs wie beim Kalkspath, die Axe des optischen Ellipsoids der kleinste Radius desselben ist. Diese Voraussetzung werden wir, der Gleichförmigkeit wegen, bei der Discussion über die Wahl der Vorzeichen immer annehmen. Ferner mufs in dem Ausdruck für W der Werth von $\cos\psi$ substituirt werden. Es ist ψ der Winkel, den die Einfalls-Ebene mit der durch die Normale der Wellen-Ebene und den Strahl gelegten Ebene bildet. Diese letzte Ebene bildet mit den drei Coordinaten-Axen x, y, z Winkel, deren Sinusse sind $\pm\frac{\beta''}{\sqrt{1-\gamma''^2}}$, $\mp\frac{\alpha''}{\sqrt{1-\gamma''^2}}$, 0, und die Sinusse der Winkel der Einfalls-Ebene mit den drei Axen haben wir oben durch E_1, E_2, E_3 bezeichnet; es ist also $\cos\psi = \frac{\pm E_1\beta'' \mp E_1\alpha''}{\sqrt{1-\gamma''^2}}$, und wenn hierin die Werthe für E_1 E_2 aus §. 4. (9) gesetzt werden,

$$\cos\psi = \frac{\pm C\beta''\sin\omega \mp \alpha''\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}.$$

Um über die Wahl des $+$ oder $-$ zu entscheiden, setzen wir $\pi = 0$, so dafs

$$\cos\psi = \frac{\mp\alpha''}{\sqrt{1-\gamma''^2}},$$

woraus, wenn aus (7) §. 4. statt α'' und γ'' ihre Werthe gesetzt werden, man erhält:

$$\cos\psi = \frac{\mp\sin\lambda - \phi''}{+\sqrt{\sin^2\lambda - \phi''}},$$

wo $A = \sin\lambda$, $C = \cos\lambda$ gesetzt ist, und $90 - \lambda$ also die Neigung der brechenden Ebene gegen die optische Axe bezeichnet.

Setzt man nun, wie dies in der That schon bei Herleitung der Formel (3) geschehen ist, den Winkel $\psi = 0$ in dem Falle, wenn der Strahl mit der Normale der brechenden Ebene einen gröfseren Winkel, als die Normale der Wellen-Ebene bildet, und umgekehrt, wenn er einen kleineren Winkel mit ihr macht, $\psi = 180$, so mufs man, da im ersteren Falle λ kleiner als ϕ'' ist, und im letzteren Fall λ gröfser als ϕ'', das obere Zeichen nehmen. Man hat also

$$\cos\psi = \frac{+C\beta''\sin\omega - \alpha''\cos\omega}{+\sqrt{1-\gamma''^2}}.$$

Setzt man hierin die Werthe, welche man für α'', β'' aus §. 4. (7) erhält, wenn dort statt ϕ gesetzt wird ϕ'', so findet man

$$\cos\psi\sqrt{1-\gamma''^2} = C\sin\phi'' - A\cos\phi''\cos\omega$$

und hieraus

$$(5)\qquad \begin{aligned}\cos\psi\sqrt{1-\gamma''^2}\sin\phi'' &= +C - (C\cos\phi'' + A\sin\phi''\cos\omega)\cos\phi'' \\ &= +C - \gamma''\cos\phi''.\end{aligned}$$

Setzt man aus (4) den Werth für tang q in (3):

$$W = \alpha\left(\cos\phi'' - \sin\phi''\frac{\cos\psi\,\gamma''\sqrt{1-\gamma''^2}\,(\pi^2-\mu^2)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}\right)$$

und hierin statt: $\cos\psi\sqrt{1-\gamma''^2}\sin\phi''$ aus (5), seinen Werth:

$$(6)\qquad W = \alpha\left(\cos\phi'' - \frac{\gamma''(C-\gamma''\cos\phi'')(\pi^2-\mu^2)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}\right).$$

Das Volumen des schiefen Prisma $CC'DD$ werde ich mit Z'' bezeichnen; es ist, da Gg die Höhe des Prisma ist,

$$Z'' = Gg \times W.$$

Es verhält sich aber diese Höhe Gg zu der Höhe Aa des entsprechenden rechtwinkligen Prisma $AA'Ca$ der einfallenden Wellen wie die Geschwindigkeit μ'' zur Geschwindigkeit V. Die Höhe Aa sei durch H bezeichnet, so hat man

$$Gg = \frac{\mu''}{V}H = \frac{\sin\phi''}{\sin\phi}H,$$

und demnach erhält man:

$$(7)\qquad Z'' = \alpha H\frac{\sin\phi''\cos\phi''}{\sin\phi}\left\{1-(\pi^2-\mu^2)\frac{\gamma''\left(\frac{C}{\cos\phi''}-\gamma''\right)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''}\right\}.$$

Dies ist das gesuchte Volumen in den ungewöhnlich gebrochenen Wellen; das entsprechende Volumen in den gewöhnlich gebrochenen Wellen werde mit Z' bezeichnet, und dasjenige in den reflectirten, welches gleich ist dem der einfallenden Wellen, durch Z. Man erhält diese Volumina, wenn man in (7) $\pi^2-\mu^2=0$ setzt, und statt ϕ'', wenn Z' bestimmt werden soll: ϕ', wenn aber Z gefunden werden soll, mufs statt ϕ'' gesetzt werden: ϕ. Es ist also:

$$\begin{aligned} Z' &= \alpha \Pi \frac{\sin\phi' \cos\phi'}{\sin\phi} \\ Z &= \alpha \Pi \cos\phi. \end{aligned} \tag{8}$$

Die Gleichung, welche aus dem Princip der Erhaltung der lebendigen Kräfte fliefst, ist:

$$(P^2 + S^2 - R_p^2 - R_s^2)\, Z = D'^2 Z' + D''^2 Z'';$$

sie verwandelt sich also, wenn die eben gefundenen Werthe für Z, Z', Z'' gesetzt werden, und der gemeinschaftliche Factor $\alpha\Pi$ fortgelassen wird, in folgende:

$$(P^2+S^2-R_p^2-R_s^2)\sin\phi\cos\phi = D'^2\sin\phi'\cos\phi' + D''^2\sin\phi''\cos\phi''\left\{1-\frac{(\pi^2-\mu^2)\gamma''\left(\frac{C}{\cos\phi''}-\gamma''\right)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}\right\} \tag{9}$$

§. 6.

Um die unbekannten Gröfsen R_s, R_p, D', D'' zu bestimmen, hat man in (3) und (9) die hinlängliche Anzahl von Gleichungen. Es scheint aber beim ersten Anblick, dafs diese Gröfsen von quadratischen Gleichungen abhängen, wodurch eine Zweideutigkeit entstehen würde, welche nicht in der Natur des Gegenstandes liegt. Ich werde indefs zeigen, dafs das System von Gleichungen (3) und (9) sich in vier Gleichungen des ersten Grades auflöst. Multipliciren wir die Gleichungen b. und c. in (3) §. 5. miteinander, so erhalten wir:

$$\begin{aligned} (S^2-R_s^2)\sin\phi\cos\phi &= D'^2\sin\phi'\cos\phi'\left(\frac{C\sin\phi' - A\cos\phi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\right)^2 \\ &+ D''^2\sin\phi''\cos\phi''\left(\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\right)^2 - D'D''\frac{(C\sin\phi' - A\cos\phi'\cos\omega)\,A\sin\omega\sin(\phi'+\phi'')}{\sqrt{1-\gamma'^2}\,\sqrt{1-\gamma''^2}}. \end{aligned} \tag{1}$$

Berücksichtigt man, dafs, wenn statt γ' und γ'' ihre Werthe, durch ϕ', ϕ'' und ω ausgedrückt, nach (7) §. 4. gesetzt werden, man hat:

$$\begin{aligned} 1 - \left(\frac{C\sin\phi' - A\cos\phi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\right)^2 &= \frac{A^2\sin^2\omega}{1-\gamma'^2} \\ 1 - \left(\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\right)^2 &= \frac{(C\sin\phi'' - A\cos\phi''\cos\omega)^2}{1-\gamma''^2}, \end{aligned} \tag{2}$$

so erhält man, wenn die Gleichung (1) von der Gleichung der lebendigen Kräfte (9) §. 5. abgezogen wird:

$$(3)\quad (P^2-R_p^2)\sin\phi\cos\phi$$

$$=D'^2\sin\phi'\cos\phi'\frac{A^2\sin^2\omega}{1-\gamma'^2}+D''^2\sin\phi''\cos\phi''\left(\frac{(C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)^2+\Delta(1-\gamma''^2)}{1-\gamma''^2}\right)$$
$$+D'D''A\frac{(C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2}\;\sqrt{1-\gamma''^2}}\sin\omega\sin(\phi'+\phi''),$$

wo Δ statt $\dfrac{(\mu^2-\pi^2)\gamma''\left(\dfrac{C}{\cos\phi''}-\gamma''\right)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}$ gesetzt ist.

Ich werde jetzt zeigen, dafs der Theil dieser Gleichung (3), rechts vom Gleichheitszeichen, sich in die zwei Factoren M und N zerlegen läfst, wo

$$(4)\quad\begin{aligned} M&=D'\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}+D''\frac{(C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\\ N&=D'\sin\phi'\cos\phi'\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\\ &+D''\left(\frac{\sin\phi''\cos\phi''(C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma''^2}}+\frac{\Delta\sqrt{1-\gamma''^2}\sin\phi''\cos\phi''}{C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega}\right).\end{aligned}$$

Multiplicirt man nämlich diese Factoren miteinander und vergleicht das Product mit dem zweiten Theil der Gleichung (3), so sieht man, dafs diese Zerlegung richtig ist, wenn

$$\frac{A\sin\omega(C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)(\sin\phi'\cos\phi'+\sin\phi''\cos\phi'')+\dfrac{A\sin\omega\,\Delta(1-\gamma''^2)\sin\phi''\cos\phi''}{C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega}}{\sqrt{1-\gamma'^2}\;\sqrt{1-\gamma''^2}}$$
$$=\frac{A\sin\omega(C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega)\sin(\phi'+\phi'')}{\sqrt{1-\gamma'^2}\;\sqrt{1-\gamma''^2}}$$

ist. Diese Relation ist also zu beweisen. Läfst man die gemeinschaftlichen Factoren fort, so mufs sein:

$$(5)\quad (C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)\sin(\phi'+\phi'')\cos(\phi'-\phi'')+\frac{\sin\phi''\cos\phi''(1-\gamma''^2)\Delta}{C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega}$$
$$=(C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega)\sin(\phi'+\phi'').$$

Es ist:

$$\Delta=\frac{(\mu^2-\pi^2)\gamma''(C-\gamma''\cos\phi'')}{\cos\phi''(\pi^2+(\mu^2-\pi^2)\gamma''^2)}.$$

Man findet:

$$C-\gamma''\cos\phi''=\sin\phi''(C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)$$

und erhält aus

$$(6)\quad \sin^2\phi\{\pi^2+(\mu^2-\pi^2)\gamma''^2\}=\sin^2\phi''\quad\text{und}\quad\sin^2\phi\,\mu^2=\sin^2\phi'$$

die Ausdrücke:

$$\mu^2 - \pi^2 = \frac{\sin^2\phi' - \sin^2\phi''}{\sin^2\phi\,(1-\gamma''^2)} = \frac{\sin(\phi'-\phi'')\sin(\phi'+\phi'')}{\sin^2\phi\,(1-\gamma''^2)}, \tag{7}$$

$$\pi^2 + (\mu^2 - \pi^2)\,\gamma''^2 = \frac{\sin^2\phi''}{\sin^2\phi}. \tag{8}$$

Setzt man die Werthe (6) (7) (8) in den Ausdruck für Δ, so verwandelt sich dieser in folgenden:

$$\Delta = \frac{\sin\overline{\phi'-\phi''}\sin\overline{\phi'+\phi''}\,(C\sin\phi'' - A\cos\phi''\cos\omega)\,\gamma''}{\sin\phi''\cos\phi''\,(1-\gamma''^2)}. \tag{9}$$

Dieser Werth von Δ in der Gleichung (5) substituirt, und den entstandenen gemeinschaftlichen Factor $\sin(\phi'+\phi'')$ fortgelassen, giebt:

$$(C\sin\phi'' - A\cos\phi''\cos\omega)\cos(\phi'-\phi'') + \sin(\phi'-\phi'')\,\gamma'' = C\sin\phi' - A\cos\phi'\cos\omega,$$

eine Gleichung, von deren Richtigkeit man sich leicht überzeugt, wenn man bedenkt, dafs

$$C\,(\sin\phi''\cos(\phi'-\phi'') - \sin\phi') = -C\cos\phi''\sin(\phi'-\phi'')$$

$$A\cos\omega\,(\cos\phi''\cos(\phi'-\phi'') - \cos\phi') = A\cos\omega\sin\phi''\sin(\phi'-\phi'')$$

ist, und dafs

$$\gamma'' = C\cos\phi'' + A\sin\phi''\cos\omega.$$

Die Richtigkeit der Zerlegung des zweiten Theils der Gleichung (3) in die beiden Factoren M und N in (4) ist also erwiesen; der erste Theil dieser Gleichung zerfällt in die zwei Factoren $(P+R_p)$ und $(P-R_p)\sin\phi\cos\phi$. Vergleicht man die Factoren jedes Theils der Gleichung (3) mit den beiden Theilen der Gleichung (3) a. in §. 5., so sieht man, dafs die Gleichung (3) sich durch diese dividiren läfst, und man erhält statt (3) die folgende Gleichung:

$$(P - R_p)\sin\phi\cos\phi = D'\sin\phi'\cos\phi'\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}$$

$$+ D''\left\{\frac{\sin\phi''\cos\phi''(C\sin\phi'' - A\cos\phi''\cos\omega) + \dfrac{\sin\phi''\cos\phi''(1-\gamma''^2)\,\Delta}{C\sin\phi'' - A\cos\phi''\cos\omega}}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\right\},$$

oder wenn statt Δ sein Werth aus (9) gesetzt wird:

$$(10)\quad (P-R_p)\sin\phi\cos\phi = D'\frac{\sin\phi'\cos\phi' A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}$$
$$+D''\left\{\frac{\sin\phi''\cos\phi''(C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)+\gamma''\sin(\phi'+\phi'')\sin(\phi'-\phi'')}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\right\}.$$

Setzt man statt γ'' in dem Factor von D'' seinen Werth, nämlich:

$$\gamma'' = C\cos\phi'' + A\sin\phi''\cos\omega,$$

und bemerkt, daſs

$$\sin(\phi'+\phi'')\sin(\phi'-\phi'') = \sin^2\phi' - \sin^2\phi'',$$

so findet man:

$$\sin\phi''\cos\phi''(C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)+\gamma''\sin(\phi'+\phi'')\sin(\phi'-\phi'') = C\cos\phi''\sin^2\phi' - A\sin\phi''\cos^2\phi'\cos\omega,$$

welcher Werth in (10) gesetzt, diese Gleichung noch etwas einfacher macht.

Die vier Gleichungen des ersten Grades, durch welche die Geschwindigkeiten R_s, R_p, D', D'' bestimmt werden, sind also folgende:

$$(11)\quad\begin{aligned}
&\text{a.}\ (P+R_p) = D'\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} + D''\frac{(C\sin\phi''-A\cos\phi''\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\\
&\text{b.}\ (P-R_p)\sin\phi\cos\phi = D'\frac{\sin\phi'\cos\phi' A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} + D''\frac{(C\cos\phi''\sin^2\phi'-A\sin\phi''\cos^2\phi'\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\\
&\text{c.}\ (S+R_s)\sin\phi = -D'\frac{\sin\phi'(C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2}} + D''\frac{A\sin\phi''\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\\
&\text{d.}\ (S-R_s)\cos\phi = -D'\frac{\cos\phi'(C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2}} + D''\frac{A\cos\phi''\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}
\end{aligned}$$

§. 7.

Es ist leicht aus a. und b. der Gleichungen (11) des vorigen Paragraphen die Gröſse R_p zu eliminiren, und aus c. und d. die Gröſse R_s; man findet

$$2P\sin\phi\cos\phi = \frac{D'}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')A\sin\omega$$
$$(1)\quad +\frac{D''}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\{C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi+\cos\phi''\sin^2\phi')-A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi+\sin\phi''\cos^2\phi')\}$$
$$2S\sin\phi\cos\phi = -\frac{D'}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\sin(\phi+\phi')(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')+\frac{D''}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\sin(\phi''+\phi)A\sin\omega$$

und eliminirt man aus denselben Gleichungen P und S, so erhält man:

$$2R_p \sin\phi \cos\phi = \frac{D'}{\sqrt{1-\gamma'^2}} \sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi') A \sin\omega$$
$$+ \frac{D''}{\sqrt{1-\gamma''^2}} \{C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi - \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi - \sin\phi''\cos^2\phi')\} \quad (2)$$
$$2R_s \sin\phi\cos\phi = \frac{D'}{\sqrt{1-\gamma'^2}} \sin(\phi-\phi')(C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi') - \frac{D''}{\sqrt{1-\gamma''^2}} \sin(\phi-\phi'') A \sin\omega.$$

Aus (1) erhält man die Geschwindigkeiten in dem gewöhnlichen und in dem ungewöhnlich gebrochenen Strahl. Setzt man nämlich:

$$N = \sin(\phi+\phi')(C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi')\big(C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi + \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi + \sin\phi''\cos^2\phi')\big)$$
$$+ A^2\sin^2\omega \sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi''),$$

so erhält man:

$$D' = 2\,\frac{\sqrt{1-\gamma'^2}\sin\phi\cos\phi}{N} \times$$
$$\{P\sin(\phi+\phi'')A\sin\omega - S\big(C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi + \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi + \sin\phi''\cos^2\phi')\big)\}$$
$$D'' = 2\,\frac{\sqrt{1-\gamma''^2}\sin\phi\cos\phi}{N} \times \quad (3)$$
$$\{P\sin(\phi+\phi')(C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi') + S\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') A\sin\omega\}.$$

Diese Werthe in die Gleichungen (2) gesetzt, sieht man, dafs die Ausdrücke für die Geschwindigkeiten in den beiden, senkrecht und parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirten, reflectirten Strahlen die Form haben:

$$R_p = pP + sS$$
$$R_s = p'P + s'S \quad (4)$$

und man findet für p und s folgende Werthe:

$$Np = \sin(\phi+\phi')(C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi')\big(C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi - \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi - \sin\phi''\cos^2\phi')\big)$$
$$+ A^2\sin^2\omega\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi')\sin(\phi+\phi'')$$
$$Ns = -\sin(\phi-\phi')(C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi')\big(C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi + \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi + \sin\phi''\cos^2\phi')\big)$$
$$- A^2\sin^2\omega\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\sin(\phi-\phi'')$$

und für p' und s' nach einigen Reductionen: (5)

$$Np' = -A\sin\omega\,(C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi')\sin 2\phi\sin(\phi'-\phi'')$$
$$Ns' = -A\sin\omega\,(C\sin\phi' + A\cos\omega\cos\phi')\sin 2\phi\sin(\phi'-\phi''.)$$

Setzt man in diesen Ausdrücken für D', D'', R_p, R_s den Winkel $\phi' = \phi''$, d. h. nimmt man an, dafs nur eine einfache Strahlenbrechung statt

findet, so verwandeln sie sich in die oben §. 3. für die Reflexion an unkrystallinischen Medien gefundenen Werthe. Es wird nämlich, wie man sogleich sieht, $s'=0$ und $p'=0$, und

$$\text{(a)} \qquad p=\frac{\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi')}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')}, \quad s=-\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}.$$

Setzt man diese Werthe in (4), so findet man für R_p und R_s die im §. 3. aufgestellten Werthe für die reflectirten Bewegungen in den senkrecht und parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirten Lichtstrahlen. Man erhält ferner aus (3), wenn man berücksichtigt, dafs

$$1-\gamma'^2=A^2\sin^2\omega+(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')^2$$

ist:

$$D'=2\frac{\sin\phi\cos\phi\{PA\sin\omega\sin(\phi'+\phi)-S(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')\sin(\phi'+\phi)\cos(\phi'-\phi)\}}{\sin^2(\phi'+\phi)\cos(\phi'-\phi)\sqrt{1-\gamma'^2}}$$

$$D''=2\frac{\sin\phi\cos\phi\{P(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')\sin(\phi'+\phi)+SA\sin\omega\sin(\phi'+\phi)\cos(\phi'-\phi)\}}{\sin^2(\phi'+\phi)\cos(\phi'-\phi)\sqrt{1-\gamma'^2}}$$

und hieraus zieht man, indem man einmal die erste Gleichung mit $\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}$ und die zweite mit $\frac{C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}$ multiplicirt und dann die erste mit $\frac{C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}$ und die zweite mit $\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}$ multiplicirt, das erstemal die Producte addirt, das zweitemal sie von einander subtrahirt:

$$\text{(b)} \quad \begin{aligned} D'\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}+D''\frac{C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} &= \frac{2P\sin\phi\cos\phi}{\sin(\phi'+\phi)\cos(\phi'-\phi)} \\ -D'\frac{C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi'}{\sqrt{1-\gamma'^2}}+D''\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} &= \frac{2S\sin\phi\cos\phi}{\sin(\phi'+\phi)}. \end{aligned}$$

Wenn χ den Winkel bedeutet, den die Einfalls-Ebene mit der Ebene bildet, welche durch die Axe und die Normale der unter ϕ' oder ϕ'' gebrochenen Wellen-Ebene gelegt wird, so findet die Bewegung D'' statt in dem Azimuth $90-\chi$ und die Bewegung D' in dem Azimuth $180-\chi$, das Azimuth gerechnet von der Einfalls-Ebene an. Zerlegt man also die beiden Bewegungen D' und D'' nach der Einfalls-Ebene und senkrecht darauf, und nennt die Componenten respective D_s und D_p, so hat man:

$$\text{(c)} \quad \begin{aligned} D_s &= -D'\cos\chi+D''\sin\chi \\ D_p &= D'\sin\chi+D''\cos\chi. \end{aligned}$$

Nun findet man aber, dafs $\cos\chi = \frac{C \sin\phi' - A \cos\phi' \cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}$ und $\sin\chi = \frac{A \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}$ ist, vergleicht man daher (b) und (c) miteinander, so ergiebt sich:

$$D_p = \frac{2P \sin\phi \cos\phi}{\sin(\phi'+\phi)\cos(\phi'-\phi)}$$

$$D_s = \frac{2S \sin\phi \cos\phi}{\sin(\phi'+\phi)}.$$

Dies sind aber dieselben Werthe für D_p und D_s, welche wir oben im §. 3. gefunden haben.

§. 8.

Aus den Gleichungen (4) und (5) kann man die Gesetze der Polarisation des Lichtes durch Reflexion an krystallinischen Oberflächen ableiten. Ich beschäftige mich mit dieser Untersuchung um so lieber, weil die sehr schätzenswerthen Beobachtungsreihen des Hrn. Dr. Seebeck zur Vergleichung mit den theoretischen Resultaten vorliegen, und aus dieser Vergleichung eine sehr schöne Bewährung der Theorie hervorgeht.

Man kann, ausgehend von den Erscheinungen der Reflexion an unkrystallinischen Oberflächen, den Polarisations-Winkel auf eine doppelte Weise definiren: 1) als denjenigen Einfalls-Winkel, unter welchem ein senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirter Strahl auf die reflectirende Ebene fallen mufs, damit der reflectirte Strahl verschwinde; oder 2) als denjenigen Winkel, unter welchem natürliches Licht reflectirt werden mufs, damit der reflectirte Strahl nur Licht, welches parallel mit der Reflexions-Ebene polarisirt ist, enthalte. Diese Definitionen sind aber beide, streng und allgemein gesprochen, nicht anwendbar auf krystallinische Oberflächen. — Nehmen wir an, das einfallende Licht sei senkrecht gegen die Einfalls-Ebene polarisirt, so haben wir für das reflectirte Licht nach (4): $R_p = pP$ und $R_s = p'P$, und die Intensität des reflectirten Lichtes:

$$R_p^2 + R_s^2 = (p^2 + p'^2)P^2.$$

Diese kann also nur in den Fällen durch eine schickliche Wahl des Einfalls-Winkels ϕ verschwindend gemacht werden, in welchem, unabhängig von ϕ, die Gröfse $p' = 0$ ist, was bei unkrystallinischen Oberflächen zwar immer der Fall ist, bei krystallinischen aber nur in gewissen besonderen Fällen.

Man kann aber die erste Definition allgemeiner fassen, so dafs sie auf krystallinische und unkrystallinische Körper anwendbar wird, dafs nämlich der Polarisations-Winkel derjenige Einfalls-Winkel sei, unter welchem ein senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirter Strahl reflectirt werden müsse, damit im reflectirten Strahl kein senkrecht auf der Reflexions-Ebene polarisirtes Licht enthalten sei. Diese Definition des Polarisations-Winkels zu Grunde gelegt, erhalten wir ihn durch die Auflösung der Gleichung $p = 0$, d. i. für p seinen Werth gesetzt mit Weglassung des gemeinschaftlichen Factors $\frac{1}{N}$:

$$(1)\quad 0 = A^2 \sin^2\omega \cos(\phi+\phi') \sin(\phi-\phi') \sin(\phi+\phi'')$$
$$+\sin(\phi+\phi')(C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi')\left\{C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi - \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi - \sin\phi''\cos^2\phi')\right\},$$

wo die Relationen zwischen ϕ, ϕ', ϕ'' folgende sind:

$$(2)\quad \begin{cases} \sin\phi' = \mu \sin\phi \\ \operatorname{tang}^2\phi''\left(\frac{1-\pi^2\sin^2\omega\sin^2\phi}{\sin^2\phi}\right) = \mu^2(C + A\sin\omega \operatorname{tang}\phi'')^2 + \pi^2(A^2 - C\cos\omega \operatorname{tang}\phi'')^2. \end{cases}$$

Ich werde jetzt zeigen, dafs auch der zweiten Definition des Polarisations-Winkels in der Reflexion auf krystallinischen Oberflächen nicht genügt werden kann, und zu dem Ende den Ausdruck der reflectirten Lichtintensität geben, wenn das einfallende Licht unpolarisirt war. Das natürliche Licht mufs man sich vorstellen als eine so rasche Folge von Oscillationsbewegungen nach allen Richtungen, dafs man annehmen kann, dafs während des kurzen Zeitmoments, welches erforderlich ist, um einen Lichteindruck im Auge hervorzubringen, in allen Azimuthen gleich viel Oscillationen stattgefunden haben. Es sei die Intensität des gesammten einfallenden Lichtes $= I^2$, so wird die Intensität desjenigen, das seine Oscillationen im Azimuth β ausführte, sein: $\frac{I^2}{2\pi}\partial\beta$; dieser Theil giebt im reflectirten Lichte:

$$(R_p^2) = (p\cos\beta + s'\sin\beta)^2 \frac{I^2}{2\pi}\partial\beta$$
$$(R_s^2) = (p'\cos\beta + s\sin\beta)^2 \frac{I^2}{2\pi}\partial\beta.$$

Die Intensität des gesammten reflectirten Lichtes, welches senkrecht, und desjenigen, welches parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirt ist, erhält man,

wenn man von (R_p^2) und (R_s^2) die Summe in Beziehung auf alle Werthe von β nimmt; dies giebt:

$$R_p^2 = (p^2 + s'^2)\frac{I^2}{2}$$

$$R_s^2 = (p'^2 + s^2)\frac{I^2}{2}.$$

Das reflectirte Licht wird vollständig nach der Einfalls-Ebene polarisirt sein, wenn $p^2 + s'^2 = 0$ ist, und der durch diese Gleichung bestimmte Einfalls-Winkel ϕ wird der Polarisations-Winkel, zufolge seiner zweiten Definition, sein. Aber dieser Gleichung ist, wie man sieht, im Allgemeinen nicht zu genügen, nur in den besonderen Fällen, wo $s' = 0$, unabhängig von ϕ; alsdann ist der Polarisations-Winkel durch $p = 0$ bestimmt. Die zweite Definition des Polarisations-Winkels kann aber leicht so allgemein ausgesprochen werden, dafs sie auf krystallinische eben so gut wie auf unkrystallinische anwendbar ist, nämlich: der Polarisations-Winkel sei derjenige Einfalls-Winkel, bei welchem natürliches Licht reflectirt werden mufs, damit es vollständig polarisirt sei. Bei unkrystallinischen Körpern fällt die Polarisations-Ebene des durch Reflexion vollständig polarisirten Lichtes immer mit der Reflexions-Ebene zusammen, bei krystallinischen Körpern dagegen ist dies nicht der Fall. Es ist Dr. Seebeck, welcher diese merkwürdige Thatsache zuerst als eine allgemeine hat kennen gelehrt (Pogg. Ann. d. Phys. Bd. XXI.), obgleich Brewster schon früher (*Philos. Transact.* 1819.) sie unter besonderen Umständen, durch welche die Ablenkung der Polarisations-Ebene von der Reflexions-Ebene aufserordentlich vergröfsert wird, aufgefunden hatte. Es ist leicht aus den Gleichungen (4) §. 7. den so definirten Winkel der vollständigen Polarisation und das Azimuth, in welchem diese stattfindet, abzuleiten. Dieses Azimuth werde ich die Ablenkung der Polarisations-Ebene nennen.

Die beiden Bewegungen, R_s und R_p, von denen die erste in der Reflexions-Ebene statt findet, die zweite senkrecht darauf, wollen wir zerlegen 1) parallel mit einer Ebene, die durch den reflectirten Strahl gelegt ist, und mit der Reflexions-Ebene den Winkel α bildet, und 2) senkrecht gegen diese Ebene. Die erste Componente sei R'_s, die zweite R'_p; alsdann haben wir:

$$R'_s = R_p \sin\alpha + R_s \cos\alpha = P(p\sin\alpha + p'\cos\alpha) + S(s'\sin\alpha + s\cos\alpha)$$

$$R'_p = R_p \cos\alpha - R_s \sin\alpha = P(p\cos\alpha - p'\sin\alpha) + S(s'\cos\alpha - s\sin\alpha).$$

Der reflectirte Strahl wird vollständig in dem Azimuth α polarisirt sein, wenn $R'_p = 0$, unabhängig von P und S. Man hat also, damit eine vollständige Polarisation des natürlichen Lichtes durch Reflexion statt finden soll, zu genügen den Gleichungen:

$$p \cos\alpha - p' \sin\alpha = 0$$
$$s' \cos\alpha - s \sin\alpha = 0,$$

welches durch eine schickliche Wahl von α und des Einfalls-Winkels ϕ immer geschehen kann. Der Winkel α ist das Azimuth, welches wir die Ablenkung der Polarisations-Ebene genannt haben. Eliminirt man α aus diesen Gleichungen, so hat man, um den Winkel der Polarisation zu bestimmen:

$$(3) \qquad ps - p's' = 0,$$

und die Ablenkung der Polarisations-Ebene ist:

$$(4) \qquad \tang \alpha = \frac{s'}{s}.$$

Ich werde im Folgenden den durch (3) bestimmten Einfalls-Winkel den Winkel der vollständigen Polarisation nennen, auch wohl schlechtweg: Polarisations-Winkel; denn es scheint mir doch dieser Winkel eigentlich der zu sein, welcher mit demjenigen, den man an unkrystallinischen Körpern den Polarisations-Winkel genannt hat, die gröfste Analogie besitzt; auch ist es dieser Winkel, den Seebeck beim Kalkspath für die verschiedenen Flächen und Richtungen der Reflexions-Ebenen vollständig durch Beobachtungen bestimmt hat, und den Polarisations-Winkel genannt. Übrigens sind die Unterschiede zwischen den durch (3) bestimmten Einfalls-Winkeln und den durch (1) bestimmten, d. i. durch $p = 0$ von der zweiten Ordnung in Beziehung auf die Differenz $(\pi^2 - \mu^2)$, die nur bei so stark doppeltbrechenden Medien, wie Kalkspath, der Beobachtung nicht ganz entgehen.

In dem besonderen Falle, wo die Reflexions-Ebene parallel mit dem Hauptschnitt der reflectirenden Ebene ist, d. i. wo $\omega = 0$, hat man $s' = 0$, also auch $\alpha = 0$, und der Winkel der vollständigen Polarisation hängt ab von $p = 0$, d. i. von

$$(5) \quad C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi - \cos\phi''\sin^2\phi') - A(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi - \sin\phi''\cos^2\phi') = 0,$$

wo

$$\sin\phi' = \mu\sin\phi$$

$$\tang^2\phi'' = \sin^2\phi\,\{\mu^2(C + A\tang\phi'')^2 + \pi^2(A - C\tang\phi'')^2\}. \qquad (6)$$

Aus (5) erhält man:

$$\tang\phi'' = \frac{A\sin\phi\cos\phi + C\sin^2\phi'}{C\sin\phi\cos\phi + A\cos^2\phi'},$$

und hieraus:

$$A - C\tang\phi'' = \frac{A^2\cos^2\phi' - C^2\sin^2\phi'}{A\cos^2\phi + C\sin\phi\cos\phi},\quad A\tang\phi' + C = \frac{AC + \sin\phi\cos\phi}{A\cos^2\phi + C\sin\phi\cos\phi}.$$

Mittels dieser drei Relationen eliminirt man ϕ'' aus (6); dies giebt:

$$\left(\frac{A\sin\phi\cos\phi + C\sin^2\phi'}{\sin\phi}\right)^2 - \mu^2(AC + \sin\phi\cos\phi)^2 = \pi^2(A^2\cos^2\phi' - C^2\sin^2\phi')^2.$$

Der erste Theil dieser Gleichung löst sich, wie man leicht sieht, in folgendes Product auf:

$$(A^2 - \sin^2\phi')\,(1 - \mu^2C^2 - \sin^2\phi),$$

wodurch, da $A^2\cos^2\phi' - C^2\sin^2\phi' = A^2 - \sin^2\phi'$ ist, die Gleichung, in Beziehung auf $\sin^2\phi$, lineär wird:

$$\{1 - \mu^2C^2 - \pi^2A^2 - (1 - \pi^2\mu^2)\sin^2\phi\}\,\{A^2 - \sin^2\phi'\} = 0.$$

Nur der erste Factor enthält die brauchbaren Wurzeln, und der Polarisations-Winkel für den Fall, wo der Hauptschnitt mit der Reflexions-Ebene zusammenfällt, ist also:

$$\sin^2\phi = \frac{(1 - \pi^2)A^2 + (1 - \mu^2)C^2}{1 - \pi^2\mu^2}. \qquad (7)$$

Dies ist dieselbe Formel, welche Seebeck bereits aus theoretischen Betrachtungen hergeleitet und deren Richtigkeit sich durch die Vergleichung mit seinen Beobachtungen bewährt hat (Pogg. Ann. d. Phys. Bd. XXII.).

Ich werde jetzt den Fall, der nächst diesem der einfachste ist, untersuchen, den nämlich, wo die Reflexions-Ebene senkrecht auf dem Hauptschnitt steht, wo also $\omega = 90^\circ$ ist. Setzt man in (3) die Werthe von p, s, p', s' aus (5) §. 7., führt die angeführten Multiplicationen aus, und vernachlässigt die gemeinschaftlichen Factoren $\sin(\phi - \phi')$, $\sin(\phi + \phi')$, und N^2, von denen nur der erste in dem besonderen Falle eine Bedeutung hat, wo $\phi = \phi'$ ist, d. h. wo das krystallinische Medium von einem unkrystallinischen

Medium umgeben ist, dessen Brechungs-Coefficient seinem gewöhnlichen Brechungs-Coefficienten gleich ist, — einen Fall, den ich später besonders untersuchen werde, — dann erhält man:

$$\begin{aligned}&A^4\cos(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi')\sin(\phi+\phi'')\sin(\phi-\phi'')\\ &+C^4\sin^2\phi'(\sin^2\phi''\sin^2\phi\cos^2\phi-\cos^2\phi''\sin^4\phi')\\ &+A^2C^2\sin\phi'\cos(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi'')(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi-\cos\phi''\sin^2\phi')\\ &+A^2C^2\sin\phi'\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi'')(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi+\cos\phi''\sin^2\phi')=0.\end{aligned}$$

Diese Gleichung löst sich in zwei Factoren auf:

$$\begin{aligned}&\{A^2\cos(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi'')+C^2\sin\phi'(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi+\cos\phi''\sin^2\phi')\}\\ &\{A^2\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi'')+C^2\sin\phi'(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi-\cos\phi''\sin^2\phi')\}=0,\end{aligned}$$

von denen der erstere keine für die vorliegende Frage brauchbare Wurzeln hat, wie man sich überzeugt, wenn man $\phi'=\phi''$ setzt, d. h. diese Gleichung auf den Fall eines unkrystallinischen Mediums anwendet. Der Polarisations-Winkel ist also allein durch den zweiten Factor bestimmt:

$$(8)\quad A^2\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi'')+C^2\sin\phi'(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi-\cos\phi''\sin^2\phi')=0.$$

Es ist leicht hieraus ϕ'' mittels der Gleichung (2) zu eliminiren, welche man in diesem Falle, wo $\cos\omega=0$, schreiben kann:

$$\text{tang}\,\phi''=\frac{\mu\sin\phi\sqrt{1+\frac{\pi^2-\mu^2}{\mu^2}A^2}}{\sqrt{1-\mu^2\sin^2\phi-\frac{\pi^2-\mu^2}{\mu^2}\mu^2\sin^2\phi}}$$

oder, da $\sin\phi'=\mu\sin\phi$

$$(9)\quad \text{tang}\,\phi''=\text{tang}\,\phi'\sqrt{\frac{1+\frac{\pi^2-\mu^2}{\mu^2}A^2}{1-\frac{\pi^2-\mu^2}{\mu^2}\text{tang}^2\phi'}}.$$

Setzt man nämlich:

$$(10)\quad \begin{aligned}&A^2\cos(\phi+\phi')\sin\phi-C^2\sin^3\phi'=M\\ &A^2\cos(\phi+\phi')\cos\phi-C^2\sin\phi'\sin\phi\cos\phi=N,\end{aligned}$$

so erhält man aus (8) und (9):

$$M^2\cos^2\phi'-N^2\sin^2\phi'=(M^2+N^2A^2)\sin^2\phi'\,\frac{\pi^2-\mu^2}{\mu^2},$$

welches, wenn aus (10) gesetzt wird:

$$M\cos\phi' - N\sin\phi' = (A^2 + C^2\sin^2\phi')\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi')$$

$$M\cos\phi' + N\sin\phi' = A^2\cos(\phi+\phi')\sin(\phi+\phi') - C^2\sin^2\phi'\cos(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi'),$$

sich verwandelt in:

$$\cos(\phi+\phi') = \frac{(M^2 + A^2N^2)\sin^2\phi'\frac{\pi^2-\mu^2}{\mu^2}}{\sin(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi')(A^2+C^2\sin^2\phi')(A^2\cos(\phi+\phi') - C^2\sin^2\phi'\cos(\phi-\phi'))} \quad (11)$$

Nun findet man, wenn man die Werthe für M und N setzt, daſs $M^2 + A^2N^2$ den Factor $A^2 + C^2\sin^2\phi'$ hat; auſserdem ist

$$\sin(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi') = \frac{1-\mu^2}{\mu^2}\sin^2\phi';$$

dadurch verwandelt sich die Gleichung (11) in:

$$\cos(\phi+\phi') = \frac{(A^2\cos^2\phi - \sin^2\phi')^2 + A^2\cos^2(\phi+\phi')\sin^2(\phi-\phi')\,\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2}}{A^2\cos(\phi+\phi') - C^2\sin^2\phi'\cos(\phi-\phi')} \quad (12)$$

Diese Gleichung läſst sich aber nur annäherungsweise auflösen, da sie vom vierten Grade ist. Man bringt sie am einfachsten in die gewöhnliche Form der algebraischen Gleichungen durch folgende Substitution:

$$\frac{\cos\phi'}{\cos\phi} = x,$$

woraus sich findet:

$$\begin{aligned} \sin^2\phi &= \frac{x^2-1}{x^2-\mu^2}, \quad \sin^2\phi' = \frac{\mu^2(x^2-1)}{x^2-\mu^2} \\ \cos^2\phi &= \frac{1-\mu^2}{x^2-\mu^2}, \quad \cos^2\phi' = \frac{x^2(1-\mu^2)}{x^2-\mu^2} \end{aligned} \quad (13)$$

Dadurch verwandelt sie sich in folgende Gleichung:

$$\begin{aligned} &A^2(x+\mu)^2(1-\mu x)^2 - C^2\mu^2(x^2-1)(1-\mu^2x^2) \\ &\quad - \{(A^2(1-\mu^2) - \mu^2(x^2-1))^2 + A^2(1-\mu^2)(x^2-1)(1-\mu x)^2\}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2} = 0. \end{aligned} \quad (14)$$

Von den vier Wurzeln ist die für die vorliegende Frage brauchbare Wurzel wegen (13) dadurch bestimmt, daſs wenn μ kleiner als 1 ist, x gröſser als 1 sein muſs, und umgekehrt, wenn μ gröſser als 1, x kleiner als 1 ist, wobei x aber immer positiv bleiben muſs.

Die Form der Gleichung (12) ist sehr geeignet, um $\sin^2\phi$ nach den Potenzen von $\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2}$ zu entwickeln; multiplicirt man beide Theile der Gleichung mit $\cos(\phi-\phi')$ und setzt auf der linken Seite

$$\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') = 1-(1+\mu^2)\sin^2\phi,$$

so erhält man:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2} - \frac{(A^2\cos^2\phi-\sin^2\phi)^2 + A^2\cos^2(\phi+\phi')\sin^2(\phi-\phi')}{A^2\cos(\phi+\phi') - C^2\sin^2\phi'\cos(\phi-\phi')}\cos(\phi-\phi')\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2},$$

und hieraus findet man:

$$(15)\quad \sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2}\left\{1+\mu^2 C^2\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4} + \tfrac{1}{4}\left(4\mu^4-(1-5\mu^2-\mu^4+\mu^6)A^2\right)C^2\left(\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}\right)^2 + \dots\right\}$$

Zur Prüfung der Gleichung (12) habe ich den Polarisations-Winkel beim Kalkspath im Azimuth $\omega = 90$ für die Flächen berechnet, für welche Seebeck ihn durch Beobachtung bestimmt hat. Ich stelle zur Vergleichung das Resultat der Rechnung und der Beobachtung in folgender Tafel zusammen:

Neigung der reflectirenden Flächen gegen die Axe.	Berechnete Polarisations-Winkel.	Beobachtete Polarisations-Winkel.	Unterschied.
0° 12′	58° 54′,9	58° 56′	+ 1′,1
0 23	58 54,9	58 56,1	+ 1,2
27 2	59 19,1	59 3,9	− 15,2
45 23,5	59 53,4	59 50,9	− 2,5
45 29	59 53,5	59 47,7	− 5,8
45 43,5	59 54,1	59 46,7	− 7,4
64 1,5	60 26,3	60 14,8	− 11,7
89 47,5		60 33,4	

Um die allgemeine Gleichung für den Polarisations-Winkel zu entwickeln setze ich:

$$C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi - \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi - \sin\phi''\cos^2\phi') = M$$
$$C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi + \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi + \sin\phi''\cos^2\phi') = M'$$
$$C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi' = N.$$

Dadurch verwandelt sich die Gleichung (3), nachdem einige leicht zu übersehende Reductionen ausgeführt sind, und der gemeinschaftliche Factor $\frac{\sin(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi')}{N}$ fortgelassen ist, in folgende:

$$\left.\begin{array}{l}\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi'')\sin(\phi-\phi'')A^4\sin^4\omega + N^2MM' \\ +\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi'')A^2\sin^2\omega NM' + \cos(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi'')A^2\sin^2\omega NM\end{array}\right\} = 0$$

und diese löst sich in folgende zwei Factoren auf:

$$(\cos(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi'')A^2\sin^2\omega+NM')$$
$$(\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi'')A^2\sin^2\omega+NM),$$

von denen nur der letztere die brauchbaren Wurzeln enthält, wie man sich überzeugt, wenn man, wie oben, $\phi'=\phi''$ setzt. Stellt man also die Werthe für N und M wiederum her, so erhält man folgende Gleichung, wodurch allgemein der Polarisations-Winkel bestimmt wird:

$$\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi'')A^2\sin^2\omega+(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')\times \quad (16)$$
$$\{C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi-\cos\phi''\sin^2\phi')-A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi-\sin\phi''\cos^2\phi')\}=0,$$

aus welcher ϕ'' eliminirt werden mufs durch:

$$\tang^2\phi''\left(\frac{1-\pi^2\sin^2\omega\sin^2\phi}{\sin^2\phi}\right)=\mu^2(C+A\cos\omega\tang\phi'')^2+\pi^2(A-C\cos\omega\tang\phi'')^2 \quad (17)$$

Hr. Seebeck hat eine Reihe Beobachtungen über den Polarisations-Winkel auf der natürlichen Bruchfläche des Kalkspaths in den verschiedenen Azimuthen angestellt; für dieselben Azimuthe habe ich die Polarisations-Winkel nach (16) und (17) berechnet und sie mit den beobachteten in folgende Tafel zusammengestellt:

ω	Berechnete Polarisations-Winkel.	Beobachtete Polarisations-Winkel.	Unterschied.
0° 0′	57° 20′,1	57° 19′,7	−0′,4
22 30	57 42,9	57 45,9	+3,0
45 0	58 34,9	58 33,9	−1,0
67 30	59 30,1	59 29,1	−1,0
90 0	59 53,4	59 50,9	−2,5

Ich glaube nicht, dafs man eine gröfsere Übereinstimmung der Beobachtungen mit der Theorie erwarten darf; sie bestätigt eben so sehr die Richtigkeit der Theorie, als sie die grofse Geschicklichkeit des Beobachters beweist.

Da der vorher besonders untersuchte Fall für $\cos\omega=90°$ auf eine Gleichung des vierten Grades führte, so darf man nicht hoffen, die Wurzel der Gleichungen (16) und (17) anders als durch eine Reihe auszudrücken. Es ist leicht, die Gleichungen zu diesem Zweck in eine ähnliche Form, wie

(12) zu bringen, und die Wurzel dann nach den Potenzen von $\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2}$ zu entwickeln.

Man sieht unmittelbar aus den Gleichungen (16) und (17), dafs der Polarisations-Winkel für $+\omega$ und $-\omega$ derselbe ist; dafs aber auch der Polarisations-Winkel sich nicht ändert für ω und $180-\omega$, wie Brewster zuerst beobachtet hat und Seebeck es bestätigt gefunden, erforderte eine nähere Untersuchung. Ich entwickelte die Wurzel von (16) nach den Potenzen von $\pi^2-\mu^2$ und fand sie bis zur dritten inclusive unabhängig von den ungeraden Potenzen von $\cos\omega$. Hieraus wurde es mir sehr wahrscheinlich, dafs sie überhaupt unabhängig davon sei. Die ausgeführte Elimination von ϕ'' aus (16) bestätigte diese Vermuthung. Meine Rechnung ist aber so weitläufig, dafs ich sie nicht hinschreibe, um so weniger, da mir die folgende kürzere mitgetheilt ist.

Aus (16) nehme man den Werth:

$$\operatorname{tang}\phi'' = \frac{l+m\cos\omega}{n+p\cos\omega},$$

wo l, m, n, p nur gerade Potenzen von $\cos\omega$ enthalten sollen. Man findet:

$$l = A^2\sin^2\omega\sin\phi\cos(\phi+\phi') - C^2\sin^3\phi' + A^2\cos^2\omega\cos\phi'\sin\phi\cos\phi$$
$$n = A^2\sin^2\omega\cos\phi\cos(\phi+\phi') - C^2\sin\phi'\sin\phi\cos\phi + A^2\cos^2\omega\cos^3\phi'$$
$$m = AC\sin\phi'\{\sin\phi'\cos\phi' - \sin\phi\cos\phi\}$$
$$p = AC\cos\phi'\{\sin\phi\cos\phi - \sin\phi'\cos\phi'\}.$$

Man substituire in diesen Ausdrücken für $\sin\phi\cos\phi$ überall den Werth:

$$\sin\phi\cos\phi = \sin\phi'\cos\phi' + \cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi'),$$

so erhält man:

$$l = A^2\cos(\phi+\phi')\{\sin^2\omega\sin\phi + \cos^2\omega\cos\phi'\sin(\phi-\phi')\} + \sin\phi' M$$
$$n = \quad\cos(\phi+\phi')\{A^2\sin^2\omega\cos\phi - C^2\sin\phi'\sin(\phi-\phi')\} + \cos\phi' M$$
$$m = -AC\sin\phi'\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi')$$
$$p = \quad AC\cos\phi'\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi'),$$

wo der Kürze halber gesetzt ist:

$$M = A^2\cos^2\omega\cos^2\phi' - C^2\sin^2\phi'.$$

Man setze ferner in den Werthen von l, n für $\sin\phi$, $\cos\phi$, wo sie allein vorkommen, die Werthe

$$\sin\phi = \sin\phi' \cos(\phi-\phi') + \cos\phi' \sin(\phi-\phi')$$
$$\cos\phi = \cos\phi' \cos(\phi-\phi') - \sin\phi' \sin(\phi-\phi'),$$

so erhält man

$$l = A^2 \cos(\phi+\phi')\{\sin^2\omega \sin\phi' \cos(\phi-\phi') + \cos\phi' \sin(\phi-\phi')\} + \sin\phi' M$$
$$n = \cos(\phi+\phi')\{A^2\sin^2\omega\cos\phi'\cos(\phi-\phi') - (C^2+A^2\sin^2\omega)\sin\phi'\sin(\phi-\phi')\} + \cos\phi' M.$$

Es sei jetzt

$$C + A\cos\omega \operatorname{tang}\phi'' = \frac{l'+m'\cos\omega}{n+p\cos\omega}$$
$$A - C\cos\omega \operatorname{tang}\phi'' = \frac{l''+m''\cos\omega}{n+p\cos\omega},$$

so wird

$$l' = Cn + A\cos^2\omega\, m \qquad m' = Cp + Al$$
$$l'' = An + C\cos^2\omega\, m \qquad m'' = Ap - Cl$$

oder wenn man die zuletzt angegebenen Werthe von l, m, n, p substituirt:

$$l' = C\cos(\phi+\phi')\{A^2\sin^2\omega\cos\phi'\cos(\phi-\phi') - \sin\phi'\sin(\phi-\phi')\} + C\cos\phi' M$$
$$m' = A\cos(\phi+\phi')\{A^2\sin^2\omega\sin\phi'\cos(\phi-\phi') + \cos\phi'\sin(\phi-\phi')\} + A\sin\phi' M$$
$$l'' = A\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')\{A^2\cos\phi'\cos(\phi-\phi') - \sin\phi'\sin(\phi-\phi')\} + A\cos\phi' M$$
$$m'' = -A^2 C\sin^2\omega\sin\phi'\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - C\sin\phi' M.$$

Aus diesen Ausdrücken bilde man die Werthe von:

$$l \pm l'\sin\phi, \qquad m \pm l'\sin\phi'$$
$$l\sin\omega \pm \sqrt{-1}\, l'', \qquad m\sin\omega \pm \sqrt{-1}\, m''$$

und setze der Kürze halber:

$$\cos(\phi+\phi')\{A^2\sin^2\omega\sin\phi'\cos(\phi-\phi') + (\cos\phi'+C)\sin(\phi-\phi')\} + \sin\phi' M = D$$
$$\cos(\phi+\phi')\{A^2\sin^2\omega\sin\phi'\cos(\phi-\phi') + (\cos\phi'-C)\sin(\phi-\phi')\} + \sin\phi' M = D'$$
$$A\sin\omega\cos(\phi+\phi')\{A\sin\omega\cos(\phi-\phi') - \sqrt{-1}\sin(\phi-\phi')\} + M = E$$
$$A\sin\omega\cos(\phi+\phi')\{A\sin\omega\cos(\phi-\phi') + \sqrt{-1}\sin(\phi-\phi')\} + M = E',$$

so erhält man

$$l - l'\sin\phi' = (1 - C\cos\phi')\, D, \qquad l + l'\sin\phi' = (1+\cos\phi')\, D'$$
$$m - m'\sin\phi' = -A\sin\phi' D, \qquad m + m'\sin\phi' = +A\sin\phi' D',$$

ferner

$$l\ \sin\omega + \sqrt{-1}\, l'' = (\sin\omega \sin\phi' + \sqrt{-1}\, A \cos\phi')\, E$$
$$l\ \sin\omega - \sqrt{-1}\, l'' = (\sin\omega \sin\phi' - \sqrt{-1}\, A \cos\phi')\, E'$$
$$m \sin\omega + \sqrt{-1}\, m'' = -\, C \sqrt{-1}\, \sin\phi' E$$
$$m \sin\omega - \sqrt{-1}\, m'' = \quad C \sqrt{-1}\, \sin\phi' E'.$$

Es ist aber

$$(n+p\cos\omega)\,\{\text{tang}\,\phi'' - \sin\phi'(C+A\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')\} = l+m\cos\omega - \sin\phi'(l'+m'\cos\omega)$$
$$(n+p\cos\omega)\,\{\text{tang}\,\phi'' + \sin\phi'(C+A\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')\} = l+m\cos\omega + \sin\phi'(l'+m'\cos\omega)$$
$$(n+p\cos\omega)\,\{\sin\omega\,\text{tang}\,\phi'' + \sqrt{-1}\,(A-C\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')\} = \sin\omega\,(l+m\cos\omega) + \sqrt{-1}\,(l''+m''\cos\omega)$$
$$(n+p\cos\omega)\,\{\sin\omega\,\text{tang}\,\phi'' - \sqrt{-1}\,(A-C\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')\} = \sin\omega\,(l+m\cos\omega) - \sqrt{-1}\,(l''+m''\cos\omega)$$

und daher, wenn man $n+p\cos\omega = N$ setzt

$$N\{\text{tang}\,\phi'' - \sin\phi'(C+A\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')\} = (1 - C\cos\phi' - A\cos\omega\sin\phi')\,D$$
$$N\{\text{tang}\,\phi'' + \sin\phi'(C+A\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')\} = (1 + C\cos\phi' + A\cos\omega\sin\phi')\,D'$$
$$N\{\sin\omega\,\text{tang}\,\phi'' + \sqrt{-1}\,(A - C\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')\} = \{\sin\omega\sin\phi' + \sqrt{-1}\,(A\cos\phi' - C\cos\omega\sin\phi')\}\,E$$
$$N\{\sin\omega\,\text{tang}\,\phi'' - \sqrt{-1}\,(A - C\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')\} = \{\sin\omega\sin\phi' - \sqrt{-1}\,(A\cos\phi' - C\cos\omega\sin\phi')\}\,E'.$$

Substituirt man diese Werthe in die Gleichung (17), die man so darstellen kann:

$$\text{tang}^2\phi'' - \sin^2\phi'(C+A\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')^2 = \pi^2\sin^2\phi\,\{\sin^2\omega\,\text{tang}^2\phi'' + (A-C\cos\omega\,\text{tang}\,\phi'')^2\},$$

so erhält man, da

$$1 - (C\cos\phi' + A\cos\omega\sin\phi')^2 = \sin^2\omega\,\sin^2\phi' + (A\cos\phi' - C\cos\omega\sin\phi')^2,$$

die Gleichung

$$0 = \{1 - (C\cos\phi' + A\cos\omega\sin\phi')^2\}\,\{DD' - \pi^2\sin^2\phi EE'\},$$

welche sich, da der erste Factor für einen reellen Werth von ϕ' nie verschwinden kann, auf folgende reducirt

$$(18) \qquad 0 = DD' - \pi^2\sin^2\phi EE',$$

in welcher nur gerade Potenzen von $\cos\omega$ vorkommen.

Dies ist die Gleichung, wodurch allgemein der Polarisations-Winkel bestimmt wird, nachdem ϕ'' eliminirt ist. Setzt man für D, D', E, E' ihre Werthe, so bekommt man:

$$\{\cos(\phi+\phi')\left(A^2\sin^2\omega\sin\phi'\cos(\phi-\phi')+\cos\phi'\sin(\phi-\phi')\right)+\sin\phi'(A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi')\}^2$$
$$=\pi^2\sin^2\phi\,\{A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')+A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi'\}^2 \quad (19)$$
$$+\pi^2\sin^2\phi\,A^2\sin^2\omega\cos^2(\phi+\phi')\sin^2(\phi-\phi')+C^2\sin^2(\phi-\phi')\cos^2(\phi+\phi').$$

Setzt man für $\pi^2 \sin^2\phi$ seinen Werth:

$$\pi^2 \sin^2\phi = \sin^2\phi' + \pi^2 - \mu^2 \sin^2\phi$$

und bringt die Gleichung (19) in die Form:

$$R = S(\pi^2-\mu^2)\sin^2\phi \quad (20)$$

so findet man

$$R=\cos(\phi+\phi')\sin(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi')\{A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')+(A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi')\cos(\phi-\phi')\}$$
$$S=\{A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')+A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi'\}^2+A^2\sin^2\omega\cos^2(\phi+\phi')\sin^2(\phi-\phi').$$

Man hat also, wenn man statt $\sin(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi')$ seinen Werth $(1-\mu^2)\sin^2\phi$ schreibt:

$$\cos(\phi+\phi') = \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2}\times \quad (21)$$
$$\left\{\frac{(A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')+A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi')^2+A^2\sin^2\omega\cos^2(\phi+\phi')\sin^2(\phi-\phi')}{A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')+(A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi')\cos(\phi-\phi')}\right\}.$$

Multiplicirt man diese Gleichung auf beiden Seiten mit $\cos(\phi-\phi')$ und schreibt statt $\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')$ seinen Werth $1-(1+\mu^2)\sin^2\phi$, so erhält man:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}\times \quad (22)$$
$$\left\{\frac{(A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')+A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi')^2+A^2\sin^2\omega\cos^2(\phi+\phi')\sin^2(\phi-\phi')}{A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')+(A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi')\cos(\phi-\phi')}\right\}\cos(\phi-\phi'),$$

welche Form zur Entwickelung von $\sin^2\phi$ nach den Potenzen von $\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}$ sehr passend ist. Da $\cos(\phi+\phi')$ zugleich mit $\pi^2-\mu^2$ verschwindet, so erhält man unmittelbar das Glied von $\sin^2\phi$, welches von der ersten Potenz $\pi^2-\mu^2$ abhängt, indem man $\cos(\phi+\phi') = 0$ setzt:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}(A^2\cos^2\omega\cos^2\phi' - C^2\sin^2\phi')$$

oder (23)

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}\left(\frac{A^2\cos^2\omega - C^2\mu^2}{1+\mu^2}\right).$$

Will man nun noch das folgende Glied, welches von $(\pi^2-\mu^2)^2$ abhängt, so kann man in (22) $\cos^2(\phi+\phi') = 0$ setzen, und erhält dann:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4} \times$$
$$\left\{(A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi)\left(\frac{\{A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi'+2A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\}\cos(\phi-\phi')}{(A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi')\cos(\phi-\phi')+A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi')}\right)\right\}$$

oder

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}(A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}\cos(\phi+\phi')A^2\sin^2\omega\,\frac{\cos 2(\phi-\phi')}{\cos\,(\phi-\phi')}.$$

Setzt man in den zweiten Theil dieser Gleichung den Werth von $\sin^2\phi$ aus (23) und vernachlässigt die dritten Potenzen von $\pi^2-\mu^2$, so findet man

$$(24) \qquad \sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}\left(\frac{A^2\cos^2\omega-C^2\mu^2}{1+\mu^2}\right)$$
$$-\left(\frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^4}\right)^2(A^2\cos^2\omega-C^2\mu^2)\left\{\frac{(A^2\cos^2\omega+C^2)}{1+\mu^2}\mu^2+A^2\sin^2\omega\left(1-\left(\frac{1-\mu^2}{2\mu^2}\right)^2\right)\right\}.$$

Man sieht, dafs $\sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2}$ wird in dem Azimuth ω' für welches $\cos\omega' = \pm\frac{C}{A}\mu$; in diesen vier Azimuthen verhält sich also die krystallinische Oberfläche wie die Oberfläche eines unkrystallinischen Körpers mit dem Brechungs-Coefficienten $\frac{1}{\mu}$, und es ist $\cos(\phi+\phi') = 0$. Dies gilt aber nicht allein annäherungsweise, sondern streng, wie man aus (21) ersieht, aus welcher Gleichung sich ergiebt, dafs wenn $\cos(\phi+\phi) = 0$ ist, auch $A^2\cos^2\omega\cos^2\phi'-C^2\sin^2\phi' = 0$ sein mufs, und umgekehrt.

Es kann von Interesse sein, die Gleichung (19) in der gewöhnlichen Form der algebraischen Gleichung zu haben. Man gelangt am einfachsten durch die oben schon gebrauchte Substitution dazu, nemlich durch

$$\frac{\cos\phi'}{\cos\phi} = x,$$

dies giebt die Gleichung:

$$\{\mu(A^2\sin^2\omega+\mu^2C^2)+(1-\mu^2)x-\mu(1-A^2\cos^2\omega)x^2\}^2$$
$$-\pi^2\{A^2\sin^2\omega+\mu^2C^2-(\mu^2-A^2\cos^2\omega)x^2\}^2$$
$$+(1-\mu^2)\{\pi^2A^2\sin^2\omega+\mu^2C^2-(\pi^2A^2\sin^2\omega+C^2)x^2\}(1-\mu x)^2 = 0,$$

deren Entwickelung nach den Potenzen von x ich nicht weiter hinschreiben will.

§. 9.

Ich werde mich jetzt mit der Gleichung (4) des vorigen §. beschäftigen, durch welche die Ablenkung der Polarisations-Ebene durch Reflexion bestimmt wird. Das in dieser Gleichung vorkommende ϕ bezeichnet den Polarisations-Winkel. Der Werth für s' ist nach (5) §. 7.

$$s' = -\frac{1}{N} A \sin\omega \sin(\phi' - \phi'')\,(C\sin\phi' + A\cos\omega\cos\phi')\sin 2\phi$$

und der Werth von s daselbst verwandelt sich, wenn in ihm statt $A^2\sin^2\omega \times \sin(\phi - \phi'')$ sein Werth aus (16) §. 8. gesetzt wird, in folgenden Ausdruck:

$$s = -\frac{1}{N}\,\frac{(C^2\sin^2\phi' - A^2\cos^2\omega\cos^2\phi')\sin(\phi' - \phi'')\sin 2\phi}{\cos(\phi + \phi')}.$$

Man erhält demnach für die Ablenkung der Polarisations-Ebene α:

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{A\sin\omega\cos(\phi + \phi')}{C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi'}. \qquad (1)$$

Dieses einfache elegante Resultat läfst sich in folgendem Theorem aussprechen:

Die Tangente der Ablenkung der Polarisations-Ebene ist gleich der Tangente des Winkels, welchen die Polarisations-Ebene der gewöhnlichen Wellen-Ebene mit der Einfalls-Ebene bildet, multiplicirt mit dem Cosinus der Summe des Winkels der vollständigen Polarisation und des ihm entsprechenden gewöhnlichen Brechungs-Winkels.

Dafs nämlich $\frac{A\sin\omega}{C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi'}$ die Tangente des Winkels ist, welchen die Einfalls-Ebene mit der Richtung der Bewegung in der gewöhnlich gebrochenen Wellen-Ebene, d. i. mit ihrer Polarisations-Ebene bildet, davon überzeugt man sich leicht aus den Gleichungen (2) §. 5. 2), wo der Sinus dieses Winkels nach den in §. 4. und §. 5. erklärten Bezeichnungen

$$R'_a E' + R'_b E'' + R'_c E''' = \frac{A\sin\omega}{\sqrt{1 - \gamma'^2}}$$

angegeben ist.

Zur Untersuchung der Frage, in welchen Azimuthen die Ablenkung der Polarisation verschwindet, d. h. $\operatorname{tang}\alpha = 0$ ist, dient die oben gemachte

Bemerkung, dafs $\cos(\phi+\phi')$ zugleich mit $(C^2 \sin^2\phi' - A^2 \cos^2\omega \cos^2\phi')$ verschwindet, und nur in diesem Falle $=0$ wird. Die Ablenkung der Polarisations-Ebene wird also $=0$ werden, wenn:

$$(2) \qquad A \sin\omega\,(C \sin\phi' + A \cos\phi' \cos\omega) = 0$$

ist. Demnach findet keine Ablenkung statt

1) wenn $A=0$, d. h. auf der geraden Endfläche,
2) wenn $\sin\omega = 0$ oder $= 180$ ist, d. h. wenn die Reflexions-Ebene parallel mit dem Hauptschnitt
3) wenn $\cos\omega = -\frac{C}{A} \operatorname{tang}\phi' = -\frac{C}{A}\mu$.

Es ist nämlich, wenn $\cos(\phi+\phi') = 0$ ist, $\operatorname{tang}\phi' = \mu$.

Durch die dritte Gleichung sind im Allgemeinen zwei Azimuthe gleichen Werthes aber entgegengesetzten Zeichens bestimmt. Jede reflectirende Ebene wird also im Allgemeinen in 4 Theile getheilt, etwa so, wie es in Fig. 5. durch den Hauptschnitt *IIII*, und die Linien *AB*, *BC* geschieht; je zwei aneinander stofsende Theile geben im Vorzeichen entgegengesetzte Ablenkungen, und sind getrennt durch Richtungen ohne Ablenkung. Die Richtung *IIII'* theilt das ganze System von Ablenkungen in zwei symmetrische Hälften. Die beiden andern Richtungen ohne Ablenkung *AB* und *CD* fallen zusammen in eine Linie, die senkrecht auf *IIII* steht, wenn die reflectirende Ebene eine mit der Axe parallele Lage hat. Je mehr sich die reflectirende Ebene gegen die Axe neigt, je mehr nähern sich die Linien *AB* und *BC* der Linie *IIII*, und zwar auf der Seite *II'*, welche im Azimuth $\omega = 180$ liegt, so dafs also die Linie *II'II* mit der durch *II* nach unten gelegten Axe einen spitzen Winkel in *II* einschliefst. Es giebt eine gewisse Neigung der reflectirenden Ebene gegen die Axe, wo die beiden Linien *AB* und *BC* mit *BII'* zusammenfallen, und von wo an die Fläche nur noch eine Linie ohne Ablenkung hat, den Hauptschnitt; diese Neigung ist bestimmt durch

$$\frac{A}{C} = \operatorname{tang}\phi' = \mu.$$

Beim Kalkspath ist diese Neigung 58° 55′, also etwas stumpfer als die Fläche des ersten stumpferen Rhomboëders, die etwa 54°$\frac{3}{4}$ gegen die Axe geneigt ist.

Wenn man in (1) von $\operatorname{tang}\alpha$ alles vernachlässigt, was von der zweiten Potenz von $(\mu^2 - \pi^2)$ abhängt, so kann man aus (21) des vorigen §. setzen:

$$\cos(\phi+\phi') = \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2}\,\frac{A^2\cos^2\omega\cos^2\phi' - C^2\sin^2\phi'}{\cos(\phi-\phi')}$$

und hierin $\sin^2\phi = \frac{1}{1+\mu^2}$, wodurch man erhält:

$$\cos(\phi+\phi') = \frac{\pi^2-\mu^2}{1-\mu^2}\left(\frac{A^2\cos^2\omega - C^2\mu^2}{2\mu}\right),$$

dies giebt:

$$\operatorname{tang}\alpha = A\sin\omega\,(A\cos\omega + C\mu)\frac{(1+\mu^2)}{2\mu}\,\frac{\mu^2-\pi^2}{1-\mu^4}.$$

Die Ablenkung α ist also in Substanzen wie Kalkspath, in welchen $\pi > \mu$ ist, positiv von $\omega = 0$ bis $\omega = \omega'$, wenn $\cos\omega' = -\frac{C}{A}\mu$, von $\omega = \omega'$ bis $\omega = 180$ ist sie negativ. Umgekehrt verhält es sich, wenn $\pi < \mu$. Es scheint nöthig, über die Bedeutung der positiven und negativen Neigungen einige Erläuterung zu geben. Es sei $H'HK$ in Fig. 6. ein Kalkspathrhomboëder, H seine stumpfe Endecke, HH' der Hauptschnitt der Rhomboëderfläche $HH'G$. Es sei ferner EI ein auf diese Fläche fallender Lichtstrahl, der in IR noch dem Auge in R reflectirt wird; er stellt den Durchschnitt der Einfalls-Ebene RIE mit der reflectirenden Ebene $HH'G$ vor, so dafs also $eIE = 90 - \phi$ ist, und $HIe = \omega$. Wenn der Lichtstrahl IR durch die Reflexion vollständig polarisirt ist, und α einen negativen Werth hat, so liegt seine Polarisations-Ebene auf der linken Seite in Beziehung auf das Auge in R. Dies beruht darauf, dafs wir in den Formeln (11) §. 6. angenommen haben, dafs die Bewegung P von der Einfalls-Ebene aus nach der rechten Seite geschehe, und die Bewegung S in der Einfalls-Ebene von unten nach oben, und dafs die Bewegungen R_p und R_s respective in denselben Richtungen stattfinden.

Um die Maxima von α zu finden, hat man nur das Differential dieses Ausdrucks nach ω gleich 0 zu setzen, und erhält so folgende Gleichung:

$$\cos\omega = -\tfrac{1}{4}\frac{C}{A}\mu \pm \sqrt{\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{16}\frac{C^2}{A^2}\mu^2}. \qquad (3)$$

Von den beiden Richtungen der Maxima der Ablenkungen wandert, während die Neigung der reflectirenden Flächen gegen die Axe zunimmt von 0 bis 90°, die eine von $\omega = 45$ bis $\omega = 90$ und die zweite von $\omega = 135$ bis $\omega = 180$, aber so, dafs die letztere viel rascher sich dem Azimuth 180 nähert, als die erstere sich dem Azimuth 90 nähert; wenn $\frac{A}{C} = \mu$, hat sich diese dem Azimuth 90 so genähert, dafs $\cos\omega = \frac{1}{2}$, während die zweite Richtung in das Azimuth 180

gefallen ist, und damit als Richtung eines Maximums verschwunden ist. Von einer so gegen die Axe geneigten Ebene an, für welche $\frac{A}{C} = \mu$ ist, bis zu derjenigen, welche senkrecht gegen die Axe geneigt ist, giebt es nur eine Linie der gröfsten Ablenkung; diese Linie nähert sich der Rechtwinkligkeit mit dem Hauptschnitt immer mehr, zugleich wird das Maximum immer kleiner, und es wird $= 0$, wenn die Linie ohne Ablenkung senkrecht auf dem Hauptschnitt steht. Dies tritt ein auf der gegen die Axe senkrecht stehenden Ebene, hier ist die Ablenkung in allen Azimuthen $= 0$.

Ich bin so glücklich gewesen, diese Resultate der Theorie über die Ablenkung der Polarisations-Ebene nicht nur im Allgemeinen bestätigt zu finden in den Beobachtungen, welche hierüber Hr. Seebeck schon vor langer Zeit angestellt hat, und die er die Güte hatte, mir mitzutheilen; ich habe auch die numerische Berechnung der Gröfse der Ablenkung auf eine Weise mit seinen Beobachtungen in Übereinstimmung gefunden, dafs ich die grofse Geschicklichkeit und den Grad von Genauigkeit bewundern mufste, womit dieser Experimentator so feine und delicate Phänomene zu bestimmen gewufst hat. Hr. Seebeck wird ohne Zweifel seine Beobachtungen selbst sehr bald mittheilen, und ich mufs den Leser darauf verweisen.

Bis jetzt haben wir uns nur mit dem Falle beschäftigt, wo unpolarisirtes Licht von der krystallinischen Fläche reflectirt wurde. Wir wollen jetzt annehmen, das auf die reflectirende Ebene auffallende Licht sei bereits polarisirt. Ich werde das Azimuth der ursprünglichen Polarisation mit a bezeichnen, so dafs also in den Formeln (4) §. 6. $\frac{P}{S} = \text{tang}\, a$ ist. Die Polarisations-Ebene des reflectirten Lichts wird durch die Reflexion eine Drehung erleiden, und ich werde ihr neues Azimuth mit δ bezeichnen. Es ist allgemein tang $\delta = \frac{R_p}{R_s}$. Wenn der einfallende Strahl senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirt ist, sei die Drehung seiner Polarisations-Ebene, d. i. der Winkel, den die Polarisations-Ebene mit derjenigen macht, die senkrecht auf der Reflexions-Ebene steht, gleich δ_p, und wenn er parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirt war, sei die Drehung mit δ_s bezeichnet.

Es ist alsdann

$$(4) \qquad \begin{aligned} \text{tang}\, \delta_p &= \frac{p'}{p} \\ \text{tang}\, \delta_s &= \frac{s'}{s}. \end{aligned}$$

Man kann die Ausdrücke von p, p', s, s' in (5) unter folgende Formen bringen, in welchen die Glieder nach dem Unterschied der Brechungen $(\phi'-\phi'')$ geordnet sind

$$\left.\begin{aligned} Np &= \sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi')\sin(\phi+\phi')(1-\gamma'^2)\cos(\phi'-\phi'')-M\sin(\phi'-\phi'') \\ Ns &= -\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\sin(\phi-\phi')(1-\gamma'^2)\cos(\phi'-\phi'')-M'\sin(\phi'-\phi'') \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

wo, wenn man der Kürze halber setzt

$$\begin{aligned} T &= \gamma'\sin\phi\cos\phi'+C\sin^3\phi'+A\cos\omega\cos^3\phi' \\ T' &= \gamma'\sin\phi\cos\phi'-C\sin^3\phi'-A\cos\omega\cos^3\phi', \end{aligned}$$

die Werthe von M und M' folgende sind:

$$\begin{aligned} M &= \sin(\phi-\phi')\cos^2(\phi+\phi')A^2\sin^2\omega+\sin(\phi+\phi')(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')T \\ M' &= \sin(\phi+\phi')\cos^2(\phi-\phi')A^2\sin^2\omega-\sin(\phi-\phi')(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')T'. \end{aligned}$$

Die Werthe von p' und s' sind nach (5) §. 6. folgende:

$$\left.\begin{aligned} Np' &= -A\sin\omega(C\sin\phi'-A\cos\phi'\cos\omega)\sin 2\phi\sin(\phi'-\phi'') \\ Ns' &= -A\sin\omega(C\sin\phi'+A\cos\omega\cos\phi')\sin 2\phi\sin(\phi'-\phi''). \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Diese Werthe von p, s, p', s', in die Gleichungen (4) substituirt, geben:

$$\left.\begin{aligned} \tang\delta_p &= \frac{-A\sin\omega\,(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')\sin 2\phi\,\tang(\phi'-\phi'')}{\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi')\sin(\phi+\phi')(1-\gamma'^2)-M\tang(\phi'-\phi'')} \\ \tang\delta_s &= \frac{A\sin\omega\,(C\sin\phi'+A\cos\omega\cos\phi')\sin 2\phi\,\tang(\phi'-\phi'')}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\sin(\phi-\phi')(1-\gamma'^2)+M'\tang(\phi'-\phi'')}. \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Die $\tang(\phi'-\phi'')$ hängt ab von einer quadratischen Gleichung, die man leicht bildet aus $\sin^2\phi'' = \sin^2\phi(\pi^2+(\mu^2-\pi^2)\gamma''^2)$ und $\sin^2\phi' = \mu^2\sin^2\phi$. Zieht man diese Gleichungen von einander ab, so erhält man:

$$\sin(\phi+\phi'')\sin(\phi'-\phi'') = (1-\gamma''^2)\sin^2\phi'\frac{\mu^2-\pi^2}{\mu^2}. \quad (8)$$

Setzt man hierin statt ϕ'' überall $\phi'-(\phi'-\phi'')$ und dividirt durch $\cos^2(\phi'-\phi'')$, so erhält man die quadratische Gleichung für $\tang(\phi'-\phi'')$; ihre kleinste Wurzel ist in (7) zu setzen. Für die numerische Rechnung wird es bequemer sein, diese aus (8) durch angenäherte wiederholte Rechnung abzuleiten.

Will man in den Winkeln von $\tang\delta_p$ und $\tang\delta_s$ nur die ersten Potenzen von $\frac{\mu^2-\pi^2}{\mu^2}$ berücksichtigen, so darf man in $\tang\delta_p$ das Glied von

tang$(\phi'-\phi'')$, welches von $\left(\frac{\mu^2-\pi^2}{\mu^2}\right)^2$ abhängt, in den Fällen nicht vernachlässigen, wo die Reflexion in der Nähe des Polarisations-Winkels statt findet, weil alsdann $\cos(\phi+\phi')$ gleichfalls den Factor $\mu^2-\pi^2$ hat. Geschieht die Reflexion unter dem Polarisations-Winkel, so ergänzen sich die beiden Ablenkungen der Polarisations-Ebenen bei ursprünglich senkrechter und paralleler Polarisation δ_p und δ_s einander zu 90° und die letztere δ_s wird gleich dem Winkel α, d. i. der Abweichung der Polarisations-Ebene, wie sich aus (3) und (4) §. 8. ergiebt.

Beide Ablenkungen δ_s und δ_p verschwinden auf der gegen die Axe senkrechten Fläche und auf jeder andern, wenn die Reflexions-Ebene parallel mit dem Hauptschnitt derselben ist. Aufserdem giebt es auf jeder Fläche in jedem Azimuth der Reflexions-Ebene zwischen 0 und $\pm 90°$ einen Einfalls-Winkel, bei welchem $\delta_p = 0$ wird und in jedem Azimuth zwischen $\pm 90°$ und 180 einen Einfalls-Winkel, bei welchem δ_s verschwindet. Das System dieser Einfalls-Winkel wird symmetrisch durch den Hauptschnitt der reflectirenden Ebene getheilt. Um für jede reflectirende Ebene das System von Strahlen zu erhalten, in welchen die Drehungen bei paralleler und senkrechter Polarisation verschwinden, dient folgende Construction:

Es sei Fig. 7. HH' der Hauptschnitt der reflectirenden Ebene, die in H mit der unter ihr liegenden Axe einen spitzen Winkel einschliefst. Als Mittelpunkt des Krystalls nehmen wir einen auf der in N errichteten Normale der brechenden Fläche liegenden Punkt, dessen Entfernung von N wir $= 1$ setzen. Man mache $MN = M'N = \frac{1}{2}\,\frac{A}{C}$, beschreibe um M und M' mit dem Halbmesser MN zwei Kreise. Jede vom Mittelpunkt des Krystalls nach der Peripherie des Kreises M gezogene Linie stellt einen gewöhnlich gebrochenen Strahl vor, der aus einem solchen auffallenden Strahl entstanden ist, welcher keine Drehung bei ursprünglich senkrechter Polarisation erleidet, während die vom Mittelpunkt nach der Peripherie des Kreises M' gehenden Strahlen von solchen einfallenden Strahlen durch die gewöhnliche Brechung herrühren, die keine Drehung bei ursprünglich paralleler Polarisation erleiden.

Welches mufs das Azimuth der einfallenden Strahlen sein, damit der reflectirte Strahl entweder parallel oder senkrecht gegen die Reflexions-Ebene polarisirt sei?

Ich werde das erstere Azimuth mit d_s, das zweite mit d_p bezeichnen. Aus den Gleichungen (4) ergiebt sich, daſs, wenn der reflectirte Strahl parallel mit der Reflexions-Ebene polarisirt sein soll, $R_p = 0$ sein muſs; es muſs also $\frac{p}{s} = -\frac{s'}{p}$ sein und daher:

$$-\frac{s'}{p} = \text{tang } d_s. \tag{7}$$

Dieselbe Betrachtung zeigt, daſs

$$-\frac{s}{p'} = \text{tang } d_p. \tag{8}$$

Diese beiden Azimuthe der ursprünglichen Polarisations-Ebene d_s und d_p werden sich gleich, wenn die Reflexion unter dem Winkel der vollständigen Polarisation vor sich geht, denn dieser ist ja nach (3) §. 8. bestimmt durch $\frac{s'}{p} = \frac{s}{p'}$. Es wird bei diesem Azimuth gar kein Licht reflectirt. Es ist $-\frac{s}{p'}$ oder $-\frac{s'}{p}$, wenn für ϕ der Winkel der vollständigen Polarisation gesetzt wird, die Tangente des Azimuths, in welchem ein Strahl ursprünglich polarisirt sein muſs, damit er durch die Reflexion unter dem Polarisations-Winkel gänzlich verschwindet. Diese Tangente verhält sich zur Tangente der Ablenkung der Ebene der vollständigen Polarisation wie $-s$ zu p. Man sieht, daſs man den Winkel der vollständigen Polarisation durch Reflexion auch definiren kann als den Einfallswinkel, unter welchem ein in dem Azimuth d_s oder d_p polarisirter Strahl nicht reflectirt wird.

Übrigens sieht man das d_s und δ_s sowohl als $90 - d_p$ und δ_p zugleich verschwinden, und daſs bei demselben Einfalls-Winkel und derselben Einfalls-Ebene:

$$\frac{\text{tang } \delta_s}{\text{tang } d_s} = \frac{\text{cotg } d_p}{\text{tang } \delta_p}.$$

Der allgemeine Ausdruck für das Azimuth δ der Polarisations-Ebene des reflectirten Strahls, wenn das Azimuth der ursprünglichen Polarisation α war, so daſs also $\text{tang } \alpha = \frac{p}{s}$ ist, ist folgender:

$$\text{tang } \delta = \frac{\frac{r}{s} \text{ tang } \alpha + \text{tang } \delta_s}{1 - \text{cotg } d_p \text{ tang } \alpha}. \tag{9}$$

§. 10.

Bis jetzt habe ich angenommen, daſs $\pi^2 - \mu^2$ gegen $1 - \mu^2$ eine kleine Gröſse ist, wie dies der Fall ist, wenn der Krystall von Luft umgeben ist. Wenn aber $1 - \mu^2$ selbst eine kleine Gröſse ist, oder gar $= 0$, dann treten Eigenthümlichkeiten auf, welche näher zu verfolgen um so mehr von Interesse ist, als Brewster diesen Fall schon vor sehr langer Zeit durch das Experiment verfolgt hat, und neuerlich hierher gehörige viel versprechende Beobachtungen angestellt zu haben scheint. Dieser Fall tritt ein, wenn auf der reflectirenden Fläche sich eine Schicht einer Flüssigkeit befindet, in welcher sich das Licht nahe eben so geschwinde bewegt als in dem Krystall. Dadurch werden einige Gröſsen, welche bei der Reflexion von der Doppelbrechung abhängen, auſserordentlich vergröſsert, z. B. der Winkel, den wir die Abweichung der Polarisations-Ebene genannt haben, der, wenn das Licht aus der Luft auf den Krystall fällt, immer nur einige Grade beträgt, der aber bei einer schicklichen Wahl einer Flüssigkeit bis auf 90° gesteigert werden kann. Bei solchen enormen Vergröſserungen dieses Winkels war es, daſs Brewster die Abweichung der Polarisations-Ebene entdeckte (*Philos. Trans.* 1819).

Ich werde mich also mit den Gleichungen der Polarisations-Winkel und der Abweichung der Polarisations-Ebene noch einmal beschäftigen, in der Voraussetzung, daſs $1 - \mu^2$ eine kleine Gröſse, oder das ϕ wenig von ϕ' verschieden sei. Entwickelt man die Gleichung des Polarisations-Winkels (16) §. 8. nach den Potenzen von $\sin(\phi - \phi') = \frac{(1-\mu^2)\sin^2\phi}{\sin(\phi+\phi')}$ und vernachlässigt die Glieder der dritten und höhern Ordnung in Beziehung auf $1 - \mu^2$ und $\pi^2 - \mu^2$, so erhält man:

$$(1)\quad (1-\mu^2)\cos(\phi+\phi') - (\pi^2-\mu^2)\left\{A^2\sin^2\omega\cos(\phi+\phi') + A^2\cos^2\omega\cos^2\phi' - C^2\sin^2\phi'\right\} = 0.$$

Hierin kann man bei demselben Grade der Annäherung setzen für:

$$\cos(\phi+\phi') = \cos 2\phi' - \frac{1-\mu^2}{\mu^2}\sin^2\phi',$$

indem hierdurch nur Glieder der dritten Ordnung vernachlässigt werden. Setzt man alsdann für $\cos 2\phi'$ seinen Werth $\cos^2\phi' - \sin^2\phi'$ und dividirt die Gleichung durch $\cos^2\phi'$, so erhält man:

$$(2)\qquad \tang^2\phi' = \frac{\mu^2\left\{(1-\pi^2)A^2 + (1-\mu^2)C^2\right\}}{\left(1-\mu^2-(\pi^2-\mu^2)\sin^2\omega\right)A^2 + \left(1-\mu^2-\mu^2(\pi^2-\mu^2)\right)C^2},$$

woraus:

$$\sin^2\phi = \frac{(1-\pi^2)A^2 + (1-\mu^2)C^2}{1-\mu^2\pi^2 - (\pi^2-\mu^2)A^2 \sin^2\omega}. \qquad (3)$$

Für den Fall $\sin\omega = 0$ giebt dieser Ausdruck für den Sinus des Polarisations-Winkels ein genaues Resultat, dasselbe, welches in (7) §. 8. angegeben ist.

So lange π^2 und μ^2, oder wenn man, statt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in der den Krystall berührenden Flüssigkeit $= 1$ zu setzen, diese υ nennt, so lange $\frac{\pi^2}{\upsilon^2}$ und $\frac{\mu^2}{\upsilon^2}$ kleiner als 1 sind, erhält $\sin\phi$ einen möglichen Werth, und ebenso wenn beide gröfser als 1 sind. Man übersieht dies am leichtesten, wenn man setzt:

$$\frac{\pi^2}{\upsilon^2} = 1-\psi, \qquad \frac{\mu^2}{\upsilon^2} = 1-\nu.$$

Dadurch erhält man:

$$\sin^2\phi = \frac{\psi A^2 + \nu C^2}{(\psi+\nu-\psi\nu-(\nu-\psi)\sin^2\omega)A^2 + (\psi+\nu-\psi\nu)C^2} \qquad (4)$$

oder wenn man das Product $\psi\nu$ vernachlässigt

$$\sin^2\phi = \frac{\psi A^2 + \nu C^2}{(\nu+\psi-(\nu-\psi)\sin^2\omega)A^2 + (\nu+\psi)C^2}. \qquad (5)$$

Die beiden Grenzfälle sind:

$$\psi = 0, \qquad \sin^2\phi = \frac{C^2}{1-A^2\sin^2\omega}$$

$$\nu = 0, \qquad \sin^2\phi = \frac{A^2}{1+A^2\sin^2\omega}.$$

Die letztere Gleichung hat aber gänzlich ihre Bedeutung verloren, denn für den Fall, wo die umgebende Flüssigkeit genau denselben Brechungs-Coefficienten wie der gewöhnliche des Krystalls hat, giebt es keinen besondern Winkel der vollständigen Polarisation — wir werden sehen, dafs in diesem besondern Fall jeder reflectirte Strahl vollständig polarisirt ist. Wir werden später auch den sonderbaren Umstand aufklären, wie die Gleichung (4) für jeden noch so kleinen Werth von ν gilt, aber nicht für $\nu = 0$.

Die Gleichung (4) giebt immer einen reellen Werth für ϕ, so lange ν und ψ zugleich positiv oder zugleich negativ sind. Wenn aber diese beiden Gröfsen entgegengesetzte Vorzeichen haben, dann giebt es Fälle, wo der Polarisations-Winkel unmöglich wird. Wenn z. B. die umgebende Flüssigkeit einen

Brechungs-Coefficienten hat, der gerade in der Mitte zwischen dem gewöhnlichen und ungewöhnlichen Brechungs-Coefficienten des Krystalls steht, wenn also $\psi = -\nu$, dann erhalten wir:

$$\sin^2\phi = \frac{A^2 - C^2}{\psi + 2A^2 \sin^2\omega},$$

welches $\sin\phi$ imaginär macht, z. B. für alle Flächen, welche gegen die Axe schärfer als 45° geneigt sind, und auf den übrigen Flächen giebt es nur eine beschränkte Anzahl Azimuthe, wo der Polarisations-Winkel reel ist. Auf einer Fläche parallel der Axe ist für $\omega = 90$ der Polarisations-Winkel $\sin^2\phi = \frac{1}{2+\psi}$, bei $\omega = 45$ ist $\sin^2\phi = \frac{1}{1+\psi}$, also ϕ nahe $= 90$, für kleinere ω wird ϕ bald unmöglich. In dem Azimuth $\omega = 0$ giebt es nur reelle Werthe für den Polarisations-Winkel in dem kleinen Intervall der Neigungen der Flächen gegen die Axe von 45° bis $A^2 - C^2 = \psi$, und in diesem kleinen Intervall variiren sie von 0 bis 90°. Man sieht also, dafs durch eine solche Flüssigkeit auf der Krystallfläche der Einflufs der krystallinischen Structur auf den Polarisations-Winkel bis in's Enorme gesteigert werden kann.

Die Gleichung für die Abweichung der Polarisations-Ebene (1) §. 9. verwandelt sich, wenn man statt $\cos(\phi + \phi')$ seinen Werth aus (1) d. §. setzt, nämlich:

$$\cos(\phi + \phi') = \frac{(\pi^2 - \mu^2)(A^2 \cos^2\omega \cos^2\phi' - C^2 \sin^2\phi')}{1 - \mu^2 - (\pi^2 - \mu^2) A^2 \sin^2\omega}$$

in:

$$(6) \qquad \tang \alpha = \frac{(\mu^2 - \pi^2) A \sin\omega \, (C \sin\phi' + A \cos\omega \cos\phi')}{1 - \mu^2 - (\pi^2 - \mu^2) A^2 \sin^2\omega}.$$

Diese Formel müfste die Beobachtungen darstellen, welche Brewster 1819 in den *Philos. Transact.* bekannt gemacht hat, über die Ablenkungen der Polarisation an der gemeinschaftlichen Grenze zwischen Kalkspath und Cassia-Öl, wenn diese genau unter dem Polarisations-Winkel beobachtet wären, was nicht der Fall gewesen zu sein scheint; denn dieser variirt ungefähr zwischen 30° und 45° auf der natürlichen Bruchfläche mit Cassia-Öl bedeckt, und Brewster scheint immer in der Nähe der Incidenz 45° beobachtet zu haben. Ich will aber doch aus dieser Formel die Abweichung der Polarisations-Ebene für diesen Fall, nämlich wenn die natürliche Bruchfläche des Kalkspaths, bedeckt mit Cassia-Öl, die reflectirende Ebene ist, berechnen, und sie mit den Beobachtungen von Brewster zusammenstellen. Wenn wir auch

wegen des angegebenen Umstandes keine grofse Übereinstimmung zwischen Berechnung und Beobachtung finden werden, so wird doch der Gang der Abweichungen der Polarisations-Ebene in beiden noch derselbe sein, was schon als eine Art Bestätigung der Formel (5) angesehen werden mufs. Diese Formel verwandelt sich, wenn die reflectirende Ebene unter 45° gegen die Axe geneigt ist, was bei der natürlichen Bruchfläche des Kalkspaths nahe der Fall ist in:

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{\frac{\mu^2 - \pi^2}{2} \sin \omega \, (\sin \phi' + \cos \omega \cos \phi')}{1 - \mu^2 - \frac{\pi^2 - \mu^2}{2} \sin^2 \omega}. \tag{7}$$

Da der Brechungs-Coefficient des Cassia-Öls nicht genau bekannt ist, werde ich statt seiner die Beobachtung von Brewster der Rechnung zu Grunde legen, dafs im Azimuth $\omega = 42°$ die Abweichung $\alpha = 90°$ war; man erhält hieraus, wenn man statt μ und π schreibt $\frac{\mu}{\nu}$, $\frac{\pi}{\nu}$, die Gleichung:

$$\nu^2 = \mu^2 + \frac{\pi^2 - \mu^2}{2} \sin^2 42°,$$

wo $\frac{1}{\nu}$ nahe gleich dem Brechungs-Coefficienten des Cassia-Öls sein mufs. Setzt man für μ und π ihre Werthe im Kalkspath $\mu = 0{,}60288$, $\pi = 0{,}67254$, so findet man $\nu^2 = 0{,}3834$ und $\nu = 0{,}6192$. Dieser Werth von ν stimmt nahe genug mit einer von Brewster gemachten und von J. Young reducirten directen Bestimmung des Brechungs-Coefficienten des Cassia-Öls überein (*Herschel Traité de la lumière p. Quetel.* p. 291.), wonach $\nu = 0{,}6158$ sein würde.

In der folgenden Tafel habe ich die mit $\nu = 0{,}6192$ berechneten Polarisations-Winkel und Abweichungen der Polarisations-Ebene auf der natürlichen Bruchfläche des Kalkspaths mit Cassia-Öl berechnet:

ω	Polarisations-Winkel.	Abweichung der Polarisations-Ebene.	Brewsters Beobachtungen.
0°	47° 16′	0° ′	0°
12	46 1	− 35 41	− 45
42	37 47	90	90
90	31 30	+ 41 53	+ 45
180	47 16	0	0

Eine besondere Betrachtung verdient der Fall, wo die umgebende Flüssigkeit genau den gewöhnlichen Brechungs-Coefficienten des Krystalls hat, wo also

$\mu = 1$ ist. Entwickelt man die Ausdrücke für p, s, p', s' in (5) §. 7. für diesen Fall, so findet man:

$$(8)\quad \begin{aligned} p &= \frac{(C^2 \sin^2\phi - A^2 \cos^2\omega \cos^2\phi)}{1-\gamma^2} \frac{\sin(\phi''-\phi)}{\sin(\phi''+\phi)} \\ s' &= \frac{A \sin\omega\,(C \sin\phi + A \cos\omega \cos\phi)}{1-\gamma^2} \frac{\sin(\phi''-\phi)}{\sin(\phi''+\phi)} \\ p' &= \frac{A \sin\omega\,(C \sin\phi - A \cos\omega \cos\phi)}{1-\gamma^2} \frac{\sin(\phi''-\phi)}{\sin(\phi''+\phi)} \\ s &= \frac{A^2 \sin^2\omega}{1-\gamma^2} \frac{\sin(\phi''-\phi)}{\sin(\phi''+\phi)} \end{aligned}$$

und hieraus nach (4) §. 7.:

$$R_p = \frac{(C\sin\phi - A\cos\omega\cos\phi)\,P + A\sin\omega\, S}{1-\gamma^2}(C\sin\phi + A\cos\omega\cos\phi)\frac{\sin(\phi''-\phi)}{\sin(\phi''+\phi)}$$

$$R_s = \frac{(C\sin\phi - A\cos\omega\cos\phi)\,P + A\sin\omega\, S}{1-\gamma^2} A\sin\omega\,\frac{\sin(\phi''-\phi)}{\sin(\phi''+\phi)},$$

woraus sich ergiebt, dafs der Quotient R_p durch R_s unabhängig von P und S ist, dafs also, welches auch die Richtung des einfallenden Lichtes ist, das reflectirte Licht immer vollständig polarisirt ist, und zwar in dem Azimuth a, wo

$$(9)\qquad \operatorname{tang} a = \frac{R_p}{R_s} = \frac{C\sin\phi + A\cos\omega\cos\phi}{A\sin\omega}.$$

Dabei ist es gleichgültig, ob das einfallende Licht natürliches oder polarisirtes ist. Das Azimuth a hat eine einfache physikalische Bedeutung. Man denke sich in dem Krystall eine ungewöhnliche Wellen-Ebene parallel mit der reflectirten; das Azimuth der Polarisations-Ebene dieser ungewöhnlichen Wellen-Ebene ist dasselbe als das in der reflectirten Wellen-Ebene, ist $= a$. Dieses Azimuth ist übrigens die Grenze der Abweichung der Polarisations-Ebene in (6), wenn dort $\mu = 1$ wird. Wenn man ν die Neigung des einfallenden Strahls gegen die Axe nennt, so dafs also

$$\sin^2\nu = 1-\gamma^2 = A^2\sin^2\omega + (C\sin\phi - A\cos\omega\cos\phi)^2$$

und ν' die Neigung des reflectirten Strahls gegen die Axe, wo also:

$$\sin^2\nu' = A^2\sin^2\omega + (C\sin\phi + A\cos\omega\cos\phi)^2$$

ist, so hat man, wenn es unpolarisirtes Licht war, welches einfiel, für die Intensität des reflectirten Lichtes

$$\frac{1}{2}\frac{\sin^2\nu'}{\sin^2\nu}\frac{\sin^2(\phi''-\phi)}{\sin^2(\phi''+\phi)}.$$

Wenn das einfallende Licht im Azimuth b polarisirt ist, und

$$\operatorname{tang} b = \frac{-A\sin\omega}{C\sin\phi - A\cos\omega\cos\phi}$$

ist, so wird gar kein Licht reflectirt; es wird im Maximum reflectirt, wenn es im Azimuth c polarisirt ist; wo:

$$\operatorname{tang} c = \frac{C\sin\phi - A\cos\omega\cos\phi}{A\sin\omega}.$$

Zerlegt man also das einfallende polarisirte Licht in zwei Theile, die nach den zwei auf einander senkrechten Azimuthen b und c polarisirt sind, so wird nur der nach c polarisirte Theil reflectirt, und nennt man diesen C^2, so ist die ganze reflectirte Lichtmenge:

$$\frac{C^2\sin^2\nu'}{\sin^2\nu}\frac{\sin^2(\phi''-\phi)}{\sin^2(\phi+\phi')}, \tag{10}$$

wo ν und ν' die Neigung der optischen Axe gegen den einfallenden und reflectirten Strahl bezeichnen; die beiden Azimuthe b und c sind aber diejenigen, in welchen eine mit der einfallenden Wellen-Ebene im Innern des Krystalls parallele Wellen-Ebene polarisirt ist, je nachdem sie eine gewöhnliche oder ungewöhnliche ist.

Ich habe vorher schon gesagt, dafs die Gleichung (4) für jeden noch so kleinen Werth von ν gilt, nur nicht für $\nu = 0$, d. i. für $\mu^2 = 1$. Dies hat seinen Grund darin, dafs die Gleichung $ps - p's' = 0$, aus welcher die Gleichung (4) abgeleitet ist, den Factor $(\mu^2 - 1)$ hat. Um dieses scheinbare plötzliche Verschwinden der Bedeutung des Winkels der vollständigen Polarisation zu verstehen, mufs man einen allgemeinern Gesichtspunkt der Polarisation durch Reflexion an Krystallflächen verfolgen. Wie bei unkrystallinischen Medien, so wird auch hier bei jeder Reflexion, welches auch die Incidenz sei, ein Theil des Lichtes polarisirt, und dieser Theil vermehrt sich, je mehr sich μ dem Werthe 1 nähert, wo unter allen Incidenzen der polarisirte Theil gleich dem reflectirten wird. Das Polarisations-Azimuth des polarisirten Theils im reflectirten Licht fällt aber nicht wie bei unkrystallinischen Körpern mit der Einfalls-Ebene zusammen, sondern hängt hier von der Richtung des reflectirten Strahls ab. — Nehmen wir an, dafs natürliches Licht von der Intensität I^2 einfalle, zerlegen wir das reflectirte Licht in zwei Portionen, die eine

in dem Azimuth β polarisirt, die andere senkrecht darauf, die erstere werde mit $R_s'^2$ bezeichnet, die andere mit $R_p'^2$, so hat man nach §. 8.:

$$R_s'^2 = \frac{I^2}{2}\{(p\sin\beta + p'\cos\beta)^2 + (s'\sin\beta + s\cos\beta)^2\}$$

$$R_p'^2 = \frac{I^2}{2}\{(p\cos\beta - p'\sin\beta)^2 + (s'\cos\beta - s\sin\beta)^2\}.$$

Der volle Theil polarisirten Lichtes im reflectirten Licht ist das Maximum von $(R_s'^2 - R_p'^2)$ in Beziehung auf β.

Man findet überhaupt:

$$R_s'^2 - R_p'^2 = \{((p'^2+s^2)-(p^2+s'^2))\cos 2\beta + 2(pp'+ss')\sin 2\beta\}\frac{I^2}{2}$$

und für das Maximum oder Minimum die Gleichung

$$(7) \qquad 0 = ((p'^2+s^2)-(p^2+s'^2))\sin 2\beta - 2(pp'+ss')\cos 2\beta,$$

deren zwei Wurzeln um 90° von einander verschieden sind. Durch diese Gleichung erhält man den Werth von $R_s'^2 - R_p'^2$:

$$R_s'^2 - R_p'^2 = \frac{I^2}{2}\sqrt{((p'^2+s^2)-(p^2+s'^2))^2 + 4(pp'+ss')^2}$$

oder, anders geschrieben:

$$(8) \qquad R_s'^2 - R_p'^2 = \frac{I^2}{2}\sqrt{(p^2+p'^2+s^2+s'^2)^2 - 4(ps-p's')^2}.$$

Da die ganze reflectirte Lichtmenge ist: $R_s'^2 + R_p'^2 = p^2+p'^2+s^2+s'^2$ und da $(ps-p's')$ den Factor $(1-\mu^2)$ enthält, so ersicht man, dafs bei kleinen Werthen von $1-\mu^2$ das reflectirte Licht unter jeder Incidenz nahe vollständig polarisirt ist, denn der Rest, welcher nicht polarisirt, hängt ab von $(1-\mu^2)^2$. Es hört also die Bedeutung der Gleichung (4) nicht plötzlich mit $\mu^2-1=0$ auf, sondern sie verliert nach und nach ihre Bedeutung, und für die Praxis ist sie schon lange vorher, ehe $\mu^2-1=0$ ist, ohne Bedeutung. Dafür gewinnt die Gleichung (7), welche das Azimuth β der stärksten Polarisation bestimmt, immer mehr an Bedeutung. Dieses Azimuth β fällt zusammen mit dem in (6) bestimmten Azimuth a oder mit dem in (5) bestimmten Azimuth α, wenn $ps-p's'=0$ ist, je nachdem der eine Factor dieser Gleichung $1-\mu^2$, oder der andre Factor $=0$ ist. Um aber für den Werth von β allgemein eine Annäherung in dem Falle zu haben, wo der Krystall von einer mit

ihm nahe gleich stark das Licht brechenden Flüssigkeit bedeckt ist, kann man in den Werthen von p, p', s, s' in (5) §. 7. die höhern Potenzen von $\sin(\phi-\phi')$ und $\sin(\phi-\phi'')$ vernachlässigen und erhält dann:

$$p = \frac{\cos 2\phi \sin(\phi-\phi')}{\sin 2\phi} - \frac{C^2 \sin^2\phi - A^2 \cos^2\omega \cos^2\phi}{1-\gamma^2} \frac{\sin(\phi'-\phi'')}{\sin 2\phi}$$

$$s = -\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin 2\phi} - \frac{A^2 \sin^2\omega}{1-\gamma^2} \frac{\sin(\phi'-\phi'')}{\sin 2\phi}$$

$$p' = -\frac{A \sin\omega (C \sin\phi - A \cos\omega \cos\phi)}{1-\gamma^2} \frac{\sin(\phi'-\phi'')}{\sin 2\phi}$$

$$s' = -\frac{A \sin\omega (C \sin\phi + A \cos\omega \cos\phi)}{1-\gamma^2} \frac{\sin(\phi'-\phi'')}{\sin 2\phi}.$$

Um von der Formel (7) eine Anwendung zu machen, werde ich annehmen, dafs der Einfalls-Winkel 45° betrage, dann erhält man:

$$\tan 2\beta = \frac{\sqrt{2} A \sin\omega (C + A\cos\omega)\left(1-\mu^2-(\pi^2-\mu^2)(1-\gamma^2)\right)(\mu^2-\pi^2)}{(1-\mu^2)^2 + 2A^2\sin^2\omega(\mu^2-\pi^2)(1-\mu^2) + (A^2\sin^2\omega - \frac{1}{2}(C+A\cos\omega)^2)(1-\gamma^2)(\mu^2-\pi^2)^2}.$$

Wollte man diese Formel durch Reflexion an der natürlichen Bruchfläche des Kalkspaths prüfen, so kann man setzen

$$A = C = \sqrt{\tfrac{1}{2}} \text{ und } 1-\gamma^2 = \tfrac{1}{2}\left\{\sin^2\omega + \tfrac{1}{2}(1-\cos\omega)^2\right\},$$

und dann findet man:

$$\tan 2\beta = \frac{\sqrt{2}\sin\omega \cos^2\frac{1}{2}\omega \left(\frac{\pi^2-1}{\pi^2-\mu^2} - \cos^4\frac{1}{2}\omega\right)}{\frac{1}{4}\left(2\frac{1-\mu^2}{\pi^2-\mu^2} - \sin^2\omega\right)^2 - \frac{1}{16}\sin^2\omega(\sin^2\omega + 8\cos\omega)}.$$

Ich habe diese Formel berechnet für den Fall, wo die natürliche Bruchfläche des Kalkspaths mit Cassia-Öl bedeckt ist, für welches ich den oben gefundenen Brechungs-Coefficienten 1,6192 angenommen habe. Ich stelle die berechneten Azimuthe der Polarisations-Ebenen im reflectirten Strahl bei einer Incidenz von 45° in folgende Tafel zusammen, weil es von Interesse ist, in einem numerischen Beispiel diese Azimuthe zu vergleichen mit denjenigen, die stattfinden, wenn die Reflexion unter dem Winkel der vollständigen Polarisation geschieht, welche in der vorhergehenden Tafel angegeben sind.

ω	β
0° ′	0° ′
12	− 35 45
14	− 41 19
40 22	90
42	+ 87 22
90	+ 43 57
180	0

§. 11.

Die Gleichungen (3) §. 7. enthalten das Gesetz, nach welchem das gebrochene Licht sich zwischen den gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen theilt. Es seien deren Licht-Intensitäten I'^2 und I''^2, so ist, da sich diese wie die lebendigen Kräfte verhalten:

$$I'^2 : I''^2 = D'^2 : D''^2\, U,$$

wo

$$U = \frac{\sin 2\phi''}{\sin 2\phi'}\left(1 + \frac{\gamma''(C\sin\phi'' - A\cos\omega\cos\phi'')\sin(\phi'+\phi'')\sin(\phi'-\phi'')}{(1-\gamma''^2)\sin\phi''\cos\phi''}\right)$$

und D' und D'' die Bedeutung haben, in welcher sie in §. 7. gebraucht sind. Wenn das einfallende Licht senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirt ist, so hat man demnach:

$$(1)\quad I'^2 : I''^2 = \frac{A^2\sin^2\omega}{1-\gamma''^2}\sin^2(\phi+\phi'') : \frac{(C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi')^2}{1-\gamma_{\prime}^2}\sin^2(\phi+\phi')\, U.$$

Der gewöhnliche Strahl verschwindet hier also 1) wenn die brechende Ebene senkrecht auf der Axe steht, 2) wenn die Einfalls-Ebene parallel mit der Axe ist. Der ungewöhnliche Strahl verschwindet, wenn

$$(2)\qquad C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi' = 0$$

ist, d. i. wenn die Polarisations-Ebene des gewöhnlichen Strahls senkrecht gegen die Einfalls-Ebene steht. Dies sind dieselben Strahlen, für welche wir in §. 9. $\tang\delta_p = 0$ gefunden haben, und welche dort durch die Kegelfläche M in Fig. 7. construirt sind.

Angenähert hat man für das Verhältnifs $I'^2 : I''^2$, wenn man für U seinen Werth setzt und die zweiten und höhern Potenzen von $\sin(\phi'-\phi'')$ vernachlässigt:

$$I'^2 : I''^2 = A^2 \sin^2\omega : (C \sin\phi' - A \cos\omega \cos\phi')^2 \left(1 - 2\frac{\sin(\phi-\phi')\sin(\phi'-\phi'')}{\sin(\phi+\phi')\sin(\phi'+\phi'')}\right). \quad (3)$$

Wenn der einfallende Strahl parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirt ist, so hat man

$$I'^2 : I''^2 = \left\{\frac{C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi + \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi + \sin\phi''\cos^2\phi')}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\sqrt{1-\gamma_{\prime\prime}^2}}\right\}^2 : \frac{A^2\sin^2\omega}{1-\gamma_\prime^2} U, \quad (4)$$

wonach der ungewöhnliche Strahl verschwindet: 1) wenn $A = 0$, 2) wenn $\sin\omega = 0$. Der gewöhnliche Strahl verschwindet, wenn

$$C(\sin\phi''\sin\phi\cos\phi + \cos\phi''\sin^2\phi') - A\cos\omega(\cos\phi''\sin\phi\cos\phi + \sin\phi''\cos^2\phi') = 0 \quad (5)$$

oder, wenn man ϕ' und ϕ eliminirt:

$$(C\sin\phi'' - A\cos\omega\cos\phi'')^2 \{\mu^2 - (\mu^2 - \pi^2)(1-\gamma_{\prime\prime}^2) - \sin^2\phi''\}$$
$$= (\mu^2\cos\phi''(C\sin\phi'' - A\cos\omega\cos\phi'') + (\mu^2 - \pi^2) A\cos\omega(1-\gamma_{\prime\prime}^2))^2.$$

Diese Strahlen gehören einem Kegel vierter Ordnung an; annäherungsweise erhält man für die brauchbare Wurzel:

$$\tang\phi'' = \frac{A\cos\omega}{C}\left\{1 + \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\mu^2}\,\frac{A^2\sin^2\omega(1 - A^2\sin^2\omega)}{C^2}\right\}, \quad (6)$$

so dafs also der Kegel (2) die erste Annäherung darstellt.

Bei Vernachlässigung der höhern Potenzen von $\sin(\phi' - \phi'')$ findet man das Verhältnifs der beiden Intensitäten (4)

$$I'^2 : I''^2 = (C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi')^2 : A^2\sin^2\omega\left(1 + 2\frac{\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi')(C\sin\phi' + A\cos\omega\cos\phi')\sin(\phi'-\phi'')}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')(C\sin\phi' + A\cos\omega\cos\phi')\sin(\phi'+\phi'')}\right).$$

Wenn der einfallende Strahl allgemein im Azimuth a polarisirt ist, so hat man:

$$\frac{I'^2}{I''^2} = \frac{\sin^2(\phi+\phi'')}{\sin^2(\phi+\phi')}\,\frac{\left\{\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_{\prime\prime}^2}}\sin a - \left(\frac{(C\sin\phi'' - A\cos\omega\cos\phi'')\cos(\phi-\phi'')}{\sqrt{1-\gamma_{\prime\prime}^2}} + \frac{\gamma''(\sin^2\phi' - \sin^2\phi'')}{\sqrt{1-\gamma_{\prime\prime}^2}\sin(\phi+\phi'')}\right)\cos a\right\}^2}{\left\{\left(\frac{C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi'}{\sqrt{1-\gamma_\prime^2}}\right)\sin a + \frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_\prime^2}}\cos(\phi-\phi')\cos a\right\}^2 U}. \quad (7)$$

Bei einem gegebenen Einfalls-Winkel und einem gegebenen Azimuth der Einfalls-Ebene kann man immer durch die Wahl des Azimuths der Polarisations-Ebene des einfallenden Strahls entweder den gewöhnlichen oder den ungewöhnlichen Strahl verschwinden machen. Soll der gewöhnliche

Strahl verschwinden, so hat man für das Azimuth a' der ursprünglichen Polarisations-Ebene:

$$(8) \qquad \operatorname{tang} a' = \frac{(C\sin\phi'' - A\cos\omega\cos\phi'')}{A\sin\omega}\cos(\phi-\phi'') + \frac{\gamma''(\sin^2\phi' - \sin^2\phi'')}{A\sin\omega\sin(\phi+\phi'')}.$$

Soll der ungewöhnliche Strahl verschwinden, so ist das Azimuth a'':

$$(9) \qquad \operatorname{tang} a'' = -\frac{A\sin\omega\cos(\phi-\phi')}{C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi''}.$$

Die Richtigkeit dieser beiden Formeln habe ich an zwei mir von Herrn Dr. Seebeck mitgetheilten Beobachtungen bestätigt gefunden.

Die beiden Azimuthe a' und a'' stehen nicht aufeinander senkrecht, wie man nach der von Biot im *Traité de physique* T. IV. p, 368. gegebenen Regel hätte erwarten sollen. Diese Regel entfernt sich aber überhaupt für Einfalls-Winkel, die nicht sehr klein sind, sehr stark von der Wirklichkeit (*). Wenn die brechende Ebene parallel mit der Axe, also $C=0$ ist, seien die entsprechenden Azimuthe (a') und (a''), dann hat man:

$$\operatorname{tang}(a') = -\operatorname{cotg}\omega\cos\phi''\cos(\phi-\phi'') + \operatorname{cotg}\omega\sin\phi''\frac{(\sin^2\phi' - \sin^2\phi'')}{\sin(\phi+\phi'')}$$

$$\operatorname{tang}(a'') = \operatorname{tang}\omega\,\frac{\cos(\phi-\phi')}{\cos\phi'},$$

während die erwähnte Regel von Biot heifst:

$$\operatorname{tang}(a') = -\operatorname{cotg}\omega \quad \text{und} \quad \operatorname{tang}(a'') = \operatorname{tang}\omega.$$

Die Formel (9) hat eine einfache Bedeutung. Sie bestimmt genau dasjenige Azimuth, in welchem ein Strahl polarisirt sein mufste, damit er nach der Refraction durch einen unkrystallinischen Körper in demselben Azimuth polarisirt sei, nach welchem der gewöhnliche Strahl in einem krystallinischen Medium polarisirt ist. Bei dem Werthe von a' in (8) gilt dies nur von seiner ersten Annäherung.

Wenn natürliches Licht auf ein krystallinisches Medium fällt, so haben die beiden Strahlen, in welche es durch die Refraction getheilt wird, im Allgemeinen nicht gleiche Intensität. Man hat in diesem Falle, indem man

---

(*) Anmerk. Ohne Zweifel ist diese Regel auch deshalb in dem *Précis élémentaire* von Biot nicht aufgenommen.

dieselben Betrachtungen anwendet, welche uns in §. 8. die Ausdrücke für die Intensität des reflectirten Lichtes, wenn das einfallende Licht nicht polarisirt war, gegeben haben, anwendet:

$$\frac{I'^2}{I''^2}=\frac{\{A\sin\omega\sin(\phi+\phi'')\}^2+\{(C\sin\phi''-A\cos\omega\cos\phi'')\sin(\phi+\phi'')\cos(\phi-\phi'')+\gamma''(\sin^2\phi'-\sin^2\phi'')\}^2}{\{(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')\sin(\phi+\phi')\}^2+\{A\sin\omega\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\}^2}\,\frac{1-\gamma'^2}{(1-\gamma''^2)U}\quad(10)$$

Entwickelt man diesen Ausdruck und vernachlässigt alle Glieder, welche von $\sin(\phi'-\phi'')$ abhängen, so erhält man als erstes, allein von der Lage der Polarisations-Ebenen in den gebrochenen Strahlen abhängiges Glied:

$$\frac{I'^2}{I''^2}=\frac{1-\dfrac{(C\sin\phi'-A\cos\omega\cos\phi')^2}{1-\gamma_{,}^2}\sin^2(\phi-\phi')}{1-\dfrac{A^2\sin^2\omega}{1-\gamma_{,}^2}\sin^2(\phi-\phi')}.$$

§. 12.

Bis jetzt haben wir uns mit den Phänomenen beschäftigt, welche den Eintritt eines Lichtstrahls in ein einaxiges krystallinisches Medium begleiten; ich werde jetzt den Austritt eines Strahls aus einem solchen Medium untersuchen. Die oben erhaltenen Grundgleichungen (11) §. 6. lassen sich hier nicht, wie dies in dem entsprechenden Fall bei unkrystallinischen Medien der Fall ist, anwenden, diese müssen vielmehr aus den im §. 2. entwickelten Principien erst abgeleitet werden.

Es sei Fig. 8. Ad eine im Innern des krystallinischen Mediums sich bewegende Wellen-Ebene, ihr zugehörige Strahlen seien AD und $A'D'$; diese Wellen-Ebene werde an der Grenze des Mediums AA' theils gebrochen in die Wellen-Ebene As, deren zugehörige Strahlen die Linien AS und $A'S'$ vorstellen, theils reflectirt in die Wellen-Ebenen $A'r'$ und $A'r''$, erstere eine gewöhnliche Wellen-Ebene, letztere eine ungewöhnliche. Die Linien AR', $A'R'$ und AR'', $A'R''$ stellen zu den Wellen-Ebenen $A'r'$ und $A'r''$ gehörige Strahlen vor. Es sei die einfallende Wellen-Ebene Ad eine gewöhnliche; ihr Einfalls-Winkel $A'Ad$ sei ψ', der Reflexions-Winkel von $A'r'$ sei $\xi_{,}'$ und der von $A'r''$ sei $\xi_{,}''$; der Brechungs-Winkel $A'As$ sei gleich ι'. Unter diesen vier Winkeln finden folgende Gleichungen statt:

$$\sin^2\iota'=\frac{\sin^2\psi'}{\mu^2}=\frac{\sin^2\xi_{,}'}{\mu^2}=\frac{\sin^2\xi_{,}''}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_{,}''^2},\qquad(1)$$

wo $\gamma_{\prime}''$ den Cosinus der Neigung der Normale der Wellen-Ebene $A'r''$ gegen die Axe bezeichnet. Die Cosinusse der entsprechenden Winkel für die Wellen-Ebenen Ad und $A'r'$ seien γ' und $\gamma_{\prime}'$. Wenn die einfallende Wellen-Ebene Ad eine ungewöhnliche ist, werde ihr Einfalls-Winkel mit ψ'' bezeichnet, ihr Brechungs-Winkel mit ι'' und die beiden Reflexions-Winkel mit $\xi_{\prime\prime}'$ und $\xi_{\prime\prime}''$. Die Sinusse der Neigungen der einfallenden und der beiden reflectirten Wellen-Ebenen gegen die Axe seien respective γ'', $\gamma_{\prime\prime}'$ und $\gamma_{\prime\prime}''$. Zwischen ψ'', ι'', $\xi_{\prime\prime}'$ und $\xi_{\prime\prime}''$ finden folgende Gleichungen statt:

$$(2) \qquad \sin^2\iota'' = \frac{\sin^2\psi''}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2} = \frac{\sin\xi_{\prime\prime}'}{\mu^2} = \frac{\sin\xi_{\prime\prime}''}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_{\prime\prime}''^2}.$$

In (1) bestimmen sich $\sin\xi_{\prime}'$ und $\sin\iota'$ unmittelbar aus dem gegebenen $\sin\psi'$; für $\sin\xi_{\prime}''$ erhält man, wenn statt $\gamma_{\prime}''$ sein Werth gesetzt wird, eine quadratische Gleichung, in welcher die negative Wurzel den Werth für $\xi_{\prime}''$ giebt. Die positive Wurzel gehört einer ungewöhnlichen Wellen-Ebene an, nahe so liegend wie Ad, welche unter demselben Winkel ι' wie Ad aus dem krystallinischen Medium austritt. Es ist die zu der gewöhnlichen Wellen-Ebene Ad gehörige ungewöhnliche Wellen-Ebene. Nennt man die Neigung dieser ungewöhnlichen Wellen-Ebene gegen die brechende Ebene $\psi_{\prime}''$, so findet man:

$$(3) \qquad \begin{aligned} \tang\xi_{\prime}'' + \tang\psi_{\prime}'' &= -\frac{2(\pi^2-\mu^2)AC\cos\omega\sin^2\iota'}{1-\pi^2\sin^2\iota'+(\pi^2-\mu^2)A^2\cos^2\omega\sin^2\iota'} \\ \tang\xi_{\prime}''\tang\psi_{\prime}'' &= -\frac{(\pi^2A^2+\mu^2C^2)\sin\iota'}{1-\pi^2\sin^2\iota'+(\pi^2-\mu^2)A^2\cos^2\omega\sin^2\iota'}. \end{aligned}$$

In (2) wird durch das gegebene ψ'' unmittelbar ι'' und $\xi_{\prime}''$ bestimmt; zwischen ψ'' und $\xi_{\prime\prime}''$ finden Relationen statt, die man aus (3) erhält, wenn statt $\xi_{\prime}''$, $\psi_{\prime}''$, ι' gesetzt wird respective $\xi_{\prime\prime}''$, ψ'', ι''. Ich werde die Winkel $\xi_{\prime}'$, $\xi_{\prime}''$, $\xi_{\prime\prime}'$, $\xi_{\prime\prime}''$ mit ihrem negativen Vorzeichen in die folgende Rechnung einführen.

Die Cosinusse der Neigungen der Normale der einfallenden Wellen-Ebene gegen die drei Coordinaten-Axen, wenn sie eine gewöhnliche ist, seien $\alpha', \beta', \gamma''$, dieselben Cosinusse für die aus ihr entstehende gebrochene Wellen-Ebene und die beiden reflectirten seien a', b', c' und $\alpha_{\prime}'$, $\beta_{\prime}'$, $\gamma_{\prime}'$, $\alpha_{\prime}''$, $\beta_{\prime}''$, $\gamma_{\prime}''$. Wenn die einfallende Wellen-Ebene eine ungewöhnliche ist, so sollen diese Cosinusse bezeichnet werden mit α'', β'', γ''; a'', b'', c''; $\alpha_{\prime\prime}'$, $\beta_{\prime\prime}'$, $\gamma_{\prime\prime}'$ und $\alpha_{\prime\prime}''$, $\beta_{\prime\prime}''$, $\gamma_{\prime\prime}''$. Man hat nach (6) §. 4.:

$$\begin{aligned} a' &= A\cos\iota' - C\cos\iota'\cos\omega' \\ b' &= \sin\iota'\sin\omega' \\ c' &= C\cos\iota' + A\sin\iota'\cos\omega', \end{aligned} \tag{4}$$

wenn A, $B=0$, C die Sinusse der Winkel sind, welche die brechende Ebene mit den Coordinaten-Axen bildet. Hieraus erhält man a'', b'', c'', wenn statt ι' gesetzt wird ι''. Man erhält ferner $\alpha'\ \beta'$, γ', $\alpha''\ldots\ \alpha'_{\prime}\ldots\ \alpha''_{\prime}\ldots\ \alpha'_{\prime\prime}\ldots\ \alpha''_{\prime\prime}\ldots$, wenn ι' vertauscht wird, mit ψ', ψ'', $-\xi'_{\prime}$, $-\xi''_{\prime}$, $-\xi'_{\prime\prime}$, $-\xi''_{\prime\prime}$.

Die Oscillations-Geschwindigkeit in der einfallenden Wellen-Ebene soll, je nachdem sie eine gewöhnliche oder ungewöhnliche ist, bezeichnet werden mit D' oder D''. Die Geschwindigkeiten in der reflectirten gewöhnlichen und ungewöhnlichen Wellen-Ebene respective mit $R'_{\prime}$ und $R''_{\prime}$, wenn sie aus D' entstanden sind, und mit $R'_{\prime\prime}$ und $R''_{\prime\prime}$, wenn sie aus D'' enstanden sind. Die Geschwindigkeit in der gebrochenen Wellen-Ebene zerlegen wir parallel und senkrecht auf der Einfalls-Ebene, und nennen die Componenten respective S' und P', wenn sie aus D' entstanden sind, und S'' und P'', wenn sie aus D'' entstanden sind. Die Richtungen der Geschwindigkeiten D' und D'' bilden mit den Coordinaten-Axen Winkel, deren Cosinusse ich bezeichne mit (D'_a), (D'_b), (D'_c) und (D''_a), (D''_b), (D''_c). Die Gröfsen $(R'_{\prime a})$, $(R'_{\prime b})$, $(R'_{\prime c})$, $(R''_{\prime a})\ldots\ (R'_{\prime\prime a})\ldots\ (R''_{\prime\prime a})\ldots$ sollen die entsprechende Bedeutung für die Geschwindigkeiten $R'_{\prime}$, $R''_{\prime}$, $R'_{\prime\prime}$, $R''_{\prime\prime}$ haben. Die Richtung der Geschwindigkeiten P', P'' und S', S'' bilden mit den drei Elasticitäts-Axen Winkel, deren Cosinusse sind: E'_1, E'_2, E'_3; E''_1, E''_2, E''_3; G'_1, G'_2, G'_3; G''_1, G''_2, G''_3.

Diese Bezeichnung vorausgesetzt, giebt das Prinzip der Gleichheit der Componenten, wenn die einfallende Ebene eine gewöhnliche ist, folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} P'E'_1 + S'G'_1 &= D'(D'_a) + R'_{\prime}(R'_{\prime a}) + R''_{\prime}(R''_{\prime a}) \\ P'E'_2 + S'G'_2 &= D'(D'_b) + R'_{\prime}(R'_{\prime b}) + R''_{\prime}(R''_{\prime b}) \\ P'E'_3 + S'G'_3 &= D'(D'_c) + R'_{\prime}(R'_{\prime c}) + R''_{\prime}(R''_{\prime c}) \end{aligned} \tag{5}$$

und ist die einfallende Wellen-Ebene eine ungewöhnliche, so erhält man ein ähnliches System, man hat nur statt $R'_{\prime}$, $R''_{\prime}$, $R'_{\prime a}$ etc. zu setzen $R'_{\prime\prime}$, $R''_{\prime\prime}$, $R'_{\prime\prime a}$ etc. und den übrigen Buchstaben oben noch ein $'$ hinzuzufügen. Die Cosinusse E'_1, E'_2, E'_3, $E''_1\ldots\ G'_1\ldots\ G''_1\ldots$ erhält man aus (8) und (9) §. 4., wenn statt ϕ gesetzt wird respective ι' und ι''. Die Cosinusse $(D'_a)\ldots$ und $(D''_a)\ldots$ sind dieselben, welche in (13) und (12) §. 4. mit R'_a und $R''_a\ldots$ bezeichnet sind,

und man erhält aus ihnen $R'_{,a}\ldots\ R''_{,a}\ldots\ R'_{,,a}\ldots\ R''_{,,a}\ldots$, wenn α', β' γ' und α'', β'', γ'' vertauscht werden mit $\alpha'_{,}$, $\beta'_{,}$, $\gamma'_{,}$; $\alpha''_{,}\ldots$ und $\alpha'_{,,}\ldots\ \alpha''_{,,}\ldots$

Multiplicirt man die Gleichungen (5) respective 1) mit E'_1, E'_2, E'_3, 2) mit F_1, F_2, F_3, diese Buchstaben in derselben Bedeutung genommen, als in (7) §. 4., und 3) mit A, $B = 0$, C, und nimmt jedesmal die Summe der Producte, so verwandeln sich die Gleichungen (5) in folgende:

$$(6)\quad \begin{aligned} P' &= D'\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,}^{2}}} + R'_{,}\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,}'^{2}}} - R''_{,}\frac{C\sin\xi''_{,} + A\cos\xi''_{,}\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,}''^{2}}} \\ S'\cos\iota' &= -D'\cos\psi'\frac{(C\sin\psi' - A\cos\omega\cos\psi')}{\sqrt{1-\gamma'^{2}}} + R'_{,}\cos\xi'_{,}\frac{(C\sin\xi'_{,} + A\cos\xi'_{,}\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma_{,}'^{2}}} + R''_{,}\frac{A\sin\omega\cos\xi''_{,}}{\sqrt{1-\gamma_{,}''^{2}}} \\ S\sin\iota' &= -D'\sin\psi'\frac{(C\sin\psi' - A\cos\omega\cos\psi')}{\sqrt{1-\gamma'^{2}}} - R'_{,}\sin\xi'_{,}\frac{(C\sin\xi'_{,} + A\cos\xi'_{,}\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma_{,}'^{2}}} - R''_{,}\frac{A\sin\omega\sin\xi''_{,}}{\sqrt{1-\gamma_{,}''^{2}}} \end{aligned}$$

wenn man die Relationen in (2) a) §. 5. berücksichtigt, und daselbst statt $R'_a\ldots$ und $R''_a\ldots$ nach und nach setzt $D'_a\ldots\ R'_{,a}\ldots$ und $R''_{,a}\ldots$ und statt $\phi' : \psi'$, $\xi'_{,}$ und statt $\phi'' : \xi''_{,}$ etc.

Um die aus dem Prinzip der Erhaltung der lebendigen Kräfte sich ergebende Gleichung zu bilden, mufs man das Verhältnifs eines Volumens der einfallenden Wellen-Ebene suchen zu den entsprechenden Volumen, über welche die in jenem enthaltene Geschwindigkeit sich in den gebrochenen und in den reflectirten Wellen-Ebenen verbreitet. Ich werde $\mathfrak{P}'$ und $\mathfrak{P}''$ das Volumen in den einfallenden Wellen-Ebenen D' und D'' nennen, in ihren gebrochenen Wellen-Ebenen $\mathfrak{Q}'$ und $\mathfrak{Q}''$ und in den reflectirten $R'_{,}$, $R''_{,}$ werde ich die entsprechenden Volumina mit $\mathfrak{P}'_{,}$, $\mathfrak{P}''_{,}$ bezeichnen, so wie in den reflectirten Wellen-Ebenen $R'_{,,}$, $R''_{,,}$ mit $\mathfrak{P}'_{,,}$, $\mathfrak{P}''_{,,}$. Alsdann findet man durch dieselben Überlegungen, welche uns in §. 5. zu den Gleichungen (8) und (7) geführt haben, wenn man das dort gebrauchte $\alpha H = \sin\iota'$ setzt, wenn die einfallende Wellen-Ebene eine gewöhnliche ist, und $= \sin\iota''$, wenn es eine ungewöhnliche ist, folgende Ausdrücke:

$$(7)\quad \begin{aligned} &\mathfrak{Q}' = \cos\iota'\sin\iota', & &\mathfrak{Q}'' = \cos\iota''\sin\iota'', \\ &\mathfrak{P}' = \sin\psi'\cos\psi', & &\mathfrak{P}'' = \sin\psi''\cos\psi''\left\{\frac{1-(\pi^2-\mu^2)\gamma''\left(\frac{C}{\cos\psi''}-\gamma''\right)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}\right\}, \\ &\mathfrak{P}'_{,} = \sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,}, & &\mathfrak{P}'_{,,} = \sin\xi'_{,,}\cos\xi'_{,,}, \\ &\mathfrak{P}''_{,} = \sin\xi''_{,}\cos\xi''_{,}\left\{\frac{1-(\pi^2-\mu^2)\gamma''_{,}\left(\frac{C}{\cos\xi''_{,}}-\gamma''_{,}\right)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_{,}''^2}\right\}, & &\mathfrak{P}''_{,,} = \sin\xi''_{,,}\cos\xi''_{,,}\left\{\frac{1-(\pi^2-\mu^2)\gamma''_{,,}\left(\frac{C}{\cos\xi''_{,,}}-\gamma''_{,,}\right)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_{,,}''^2}\right\}. \end{aligned}$$

Die Gleichung der lebendigen Kräfte, wenn die einfallende Wellen-Ebene eine gewöhnliche ist:

$$D'^2\,\mathfrak{P}' = (P'^2+S'^2)\,\mathfrak{Q}'_, + R_,'^2\,\mathfrak{P}_,' + R_,''^2\,\mathfrak{P}_,''$$

verwandelt sich demnach in:

$$D'^2\sin\psi'\cos\psi' - R'^2\sin\xi_,'\cos\xi_,' - R_,''^2\sin\xi_,''\cos\xi_,''\left\{\frac{1-(\pi^2-\mu^2)\gamma_,''\left(\frac{C}{\cos\xi_,''}-\gamma_,''\right)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_,''^2}\right\} = (P'^2+S'^2)\sin\iota'\cos\iota'. \quad (8)$$

Diese quadratische Gleichung läfst sich auf eine lineäre zurückführen. Multiplicirt man die zweite und dritte der Gleichungen (6) mit einander und zieht das Product von (8) ab und berücksichtigt, dafs wegen (1) $\xi_,' = \psi$ ist, so erhält man:

$$\begin{aligned} P'^2\sin\iota'\cos\iota' = {} & D'^2\sin\psi'\cos\psi'\,\frac{A^2\sin^2\omega}{1-\gamma'^2} - R_,'^2\sin\xi_,'\cos\xi_,'\,\frac{A^2\sin^2\omega}{1-\gamma'^2} \\ & - R_,''^2\sin\xi_,''\cos\xi_,''\left(\frac{(C\sin\xi_,''+A\cos\xi_,''\cos\omega)^2}{1-\gamma_,''^2} - \frac{(\pi^2-\mu^2)\gamma_,''(C-\gamma_,''\cos\xi_,'')}{\cos\xi_,''(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_,''^2)}\right) \\ & + D'R_,''\sin(\psi'-\xi_,'')\,\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\,\frac{(C\sin\psi'-A\cos\psi'\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma_,''^2}} + R_,'R_,''\sin(\psi'+\xi_,'')\,\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_,''^2}}\,\frac{(C\sin\xi_,'+A\cos\xi_,'\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma_,'^2}}. \end{aligned}$$

Diese Gleichung läfst sich dividiren durch die erste der Gleichungen (6) und man erhält:

$$\begin{aligned} P'\sin\iota'\cos\iota' = {} & D'\sin\psi'\cos\psi'\,\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_,^2}} - R_,'\sin\xi_,'\cos\xi_,'\,\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_,'^2}} \\ & + R_,''\left\{\sin\xi_,''\cos\xi_,''\,\frac{(C\sin\xi_,''+A\cos\omega\cos\xi_,'')}{\sqrt{1-\gamma_,''^2}} - \frac{(\pi^2-\mu^2)\sin\xi_,''\gamma_,''(1-\gamma_,''^2)}{\sqrt{1-\gamma_,''^2}\,(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_,''^2)}\right\}. \end{aligned} \quad (9)$$

Multiplicirt man nämlich diese Gleichung mit der ersten der Gleichungen (6) und vergleicht das Product mit der vorhergehenden Gleichung, so findet man, dafs die Richtigkeit von (9) bedingt ist durch folgende Relationen:

$$\begin{aligned} \sin(\psi'-\xi_,'')\cos(\psi'+\xi_,'')(C\sin\xi_,''+A\cos\xi_,''\cos\omega) + \frac{(\pi^2-\mu^2)\sin^2\xi_,''\gamma_,''(1-\gamma_,''^2)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_,''^2} \\ = -\sin(\psi'-\xi_,'')(C\sin\psi'-A\cos\omega\cos\psi') \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \sin(\xi_,'+\xi_,'')\cos(\xi_,'-\xi_,'')(C\sin\xi_,''+A\cos\xi_,''\cos\omega) - \frac{(\pi^2-\mu^2)\sin^2\xi_,''\gamma_,''(1-\gamma_,''^2)}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_,''^2} \\ = \sin(\xi_,'+\xi_,'')(C\sin\xi'+A\cos\xi'\cos\omega), \end{aligned}$$

und von deren Richtigkeit überzeugt man sich, wenn man μ^2 und π^2 eliminirt mittelst:

$$\sin^2\xi_,'' = \sin^2\iota(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma_,''^2)$$

und

$$-(\pi^2-\mu^2)(1-\gamma_,''^2)\sin^2\iota = \sin(\xi_,'+\xi_,'')\sin(\xi_,'-\xi_,''),$$

wodurch die beiden Relationen identisch werden.

Die Gleichungen (6) und (9) enthalten die Theorie desjenigen Falls, wo der direkte Strahl ein gewöhnlicher ist. Ich habe schon gesagt, in welche andere Gleichungen die Gleichungen (5) sich verwandeln, wenn der direkte Strahl ein ungewöhnlicher ist. Wendet man auf diese dieselbe Behandlung an, durch welche aus den Gleichungen (5) die Gleichungen (6) entstanden sind, so erhält man folgende:

$$
(10)\quad
\begin{aligned}
P'' &= D''\frac{C\sin\psi'' - A\cos\omega\cos\psi''}{\sqrt{1-\gamma''^2}} + R'_{\prime\prime}\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2_{\prime\prime}}} - R''_{\prime}\frac{C\sin\xi''_{\prime\prime} + A\cos\xi''_{\prime\prime}\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}}\\
S''\cos\iota'' &= D''\frac{A\sin\omega\cos\psi''}{\sqrt{1-\gamma''^2}} + R'_{\prime\prime}\cos\xi'_{\prime\prime}\frac{(C\sin\xi'_{\prime\prime} + A\cos\xi'_{\prime\prime}\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2_{\prime\prime}}} + R''_{\prime\prime}\frac{A\sin\omega\cos\xi''_{\prime\prime}}{\sqrt{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}}\\
S''\sin\iota'' &= D''\frac{A\sin\omega\sin\psi''}{\sqrt{1-\gamma''^2}} - R'_{\prime\prime}\sin\xi'_{\prime\prime}\frac{(C\sin\xi'_{\prime\prime} + A\cos\xi'_{\prime\prime}\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2_{\prime\prime}}} - R''_{\prime\prime}\frac{A\sin\omega\sin\xi''_{\prime\prime}}{\sqrt{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}}.
\end{aligned}
$$

Die Gleichung der Erhaltung der lebendigen Kräfte ist:

$$
D''^2\,\mathfrak{P}'' = (P''^2 + S''^2)\,\mathfrak{Q}'' + R'^2_{\prime\prime}\,\mathfrak{P}'_{\prime\prime} + R''^2_{\prime\prime}\,\mathfrak{P}''_{\prime\prime},
$$

und hierin die Werthe für $\mathfrak{P}''$, $\mathfrak{Q}''$... aus (7) gesetzt, giebt:

$$
(11)\quad
\begin{aligned}
&D''^2\sin\psi''\cos\psi''\left\{1 - \frac{(\pi^2-\mu^2)(C-\gamma''\cos\psi'')\gamma''}{\cos\psi''(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2)}\right\}\\
&\qquad - R'^2_{\prime\prime}\sin\xi'_{\prime\prime}\cos\xi'_{\prime\prime} - R''^2_{\prime\prime}\sin\xi''_{\prime\prime}\cos\xi''_{\prime\prime}\left\{1 - \frac{(\pi^2-\mu^2)(C-\gamma''_{\prime\prime}\cos\xi''_{\prime\prime})\gamma''_{\prime\prime}}{\cos\xi''_{\prime\prime}(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2_{\prime\prime})}\right\}\\
&= (P''^2 + S''^2)\sin\iota''\cos\iota''.
\end{aligned}
$$

Multiplicirt man die beiden letztern Gleichungen von (10) mit einander und zieht das Product von (11) ab, so erhält man:

$$
\begin{aligned}
P''^2\sin\iota''\cos\iota'' &= D''\left(\sin\psi''\cos\psi''\frac{(C\sin\psi'' - A\cos\omega\cos\psi'')^2}{1-\gamma''^2} - \frac{(\pi^2-\mu^2)(C-\gamma''\cos\psi'')\gamma''\sin\psi''}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}\right)\\
&- R'_{\prime\prime}\sin\xi'_{\prime\prime}\cos\xi'_{\prime\prime}\frac{A^2\sin^2\omega}{1-\gamma'^2_{\prime\prime}} - R''^2_{\prime\prime}\left(\sin\xi''_{\prime\prime}\cos\xi''_{\prime\prime}\frac{(C\sin\xi''_{\prime\prime} + A\cos\omega\cos\xi'')}{1-\gamma''^2_{\prime\prime}} - \frac{(\pi^2-\mu^2)(C-\gamma''_{\prime\prime}\cos\xi''_{\prime\prime})\gamma''_{\prime\prime}\sin\xi''_{\prime\prime}}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2_{\prime\prime}}\right)\\
&- D''R'_{\prime\prime}\sin(\psi''-\xi'_{\prime\prime})\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\,\frac{C\sin\xi'_{\prime\prime} + A\cos\omega\cos\xi'_{\prime\prime}}{\sqrt{1-\gamma'^2_{\prime\prime}}} - D''R''\frac{\sin(\psi''-\xi''_{\prime\prime})}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\,\frac{A^2\sin^2\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}}\\
&+ R'_{\prime\prime}R''_{\prime\prime}\sin(\xi'_{\prime\prime}+\xi''_{\prime\prime})\frac{A\sin\omega\,(C\sin\xi'_{\prime\prime} + A\cos\omega\cos\xi'_{\prime\prime})}{\sqrt{1-\gamma'^2_{\prime}}\;\sqrt{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}}.
\end{aligned}
$$

Dividirt man diese Gleichung durch die erste der Gleichungen (10), so erhält man:

$$
(12)\quad
\begin{aligned}
P\sin\iota''\cos\iota'' &= D''\left\{\sin\psi''\cos\psi''\frac{(C\sin\psi'' - A\cos\omega\cos\psi'')}{\sqrt{1-\gamma''^2}} - \frac{(\pi^2-\mu^2)\gamma''(1-\gamma''^2)\sin^2\psi''}{\sqrt{1-\gamma''^2}\,(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2)}\right\} - R'_{\prime\prime}\sin\xi'_{\prime\prime}\cos\xi'_{\prime\prime}\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2_{\prime\prime}}}\\
&+ R''_{\prime\prime}\left\{\sin\xi''_{\prime\prime}\cos\xi''_{\prime\prime}\frac{(C\sin\xi''_{\prime\prime} + A\cos\omega\cos\xi''_{\prime\prime})}{\sqrt{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}} - \frac{(\pi^2-\mu^2)\gamma''_{\prime\prime}(1-\gamma''^2_{\prime\prime})\sin^2\xi''_{\prime\prime}}{\sqrt{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}\,(\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2_{\prime\prime})}\right\}.
\end{aligned}
$$

Multiplicirt man nämlich diese Gleichung mit der ersten der Gleichungen (10) und vergleicht das Product mit der vorhergehenden Gleichung, so sieht man, dafs folgende Relationen stattfinden müssen:

$$1.\ \sin(\xi'_{\prime\prime}-\psi'')\cos(\xi'_{\prime\prime}+\psi'')(C\sin\psi''-A\cos\omega\cos\psi'')+\frac{(\pi^2-\mu^2)\gamma''(1-\gamma''^2)\sin^2\psi''}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}$$
$$=-\sin(\xi'_{\prime\prime}-\psi'')(C\sin\xi'_{\prime\prime}+A\cos\omega\cos\xi'_{\prime\prime})$$

$$2.\ \sin(\xi'_{\prime\prime}+\xi''_{\prime\prime})\cos(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime})(C\sin\xi''_{\prime\prime}+A\cos\omega\cos\xi''_{\prime\prime})-(\pi^2-\mu^2)\gamma''_{\prime\prime}(1-\gamma''^2_{\prime\prime})\sin^2\xi''_{\prime\prime}$$
$$=\sin(\xi'_{\prime\prime}+\xi''_{\prime\prime})(C\sin\xi'_{\prime\prime}+A\cos\xi'_{\prime\prime}\cos\omega)$$

$$3.\ \sin(\psi''-\xi''_{\prime\prime})\cos(\psi''+\xi''_{\prime\prime})(C\sin\psi''-A\cos\omega\cos\psi'')(C\sin\xi''_{\prime\prime}+A\cos\omega\cos\xi''_{\prime\prime})$$
$$+\frac{(\pi^2-\mu^2)\gamma''(1-\gamma''^2)(C\sin\xi''_{\prime\prime}+A\cos\omega\cos\xi''_{\prime\prime})\sin^2\psi''}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}-\frac{(\pi^2-\mu^2)\gamma''_{\prime\prime}(1-\gamma''^2_{\prime\prime})(C\sin\psi''-A\cos\omega\cos\psi'')\sin^2\xi''_{\prime\prime}}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2_{\prime\prime}}$$
$$=A^2\sin^2\omega\sin(\psi''-\xi''_{\prime\prime}).$$

Von der Richtigkeit der ersten und zweiten dieser Relationen überzeugt man sich leicht, indem man wiederum statt der Gröfsen, womit γ'' und $\gamma''_{\prime\prime}$ multiplicirt sind, setzt $\sin^2\xi'_{\prime\prime}-\sin\psi''$ und $\sin^2\xi'_{\prime\prime}-\sin^2\xi''_{\prime\prime}$. Um die dritte Relation zu beweisen, bemerken wir, dafs

$$\frac{-(\pi^2-\mu^2)\sin\psi''}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2}=\frac{\sin^2\psi''-\sin^2\xi''_{\prime\prime}}{\gamma''^2-\gamma''^2_{\prime\prime}}=\frac{-(\pi^2-\mu^2)\sin^2\xi''_{\prime\prime}}{\pi^2-(\pi^2-\mu^2)\gamma''^2_{\prime\prime}}.$$

Dies in die dritte Relation substituirt, mit $\gamma''^2-\gamma''^2_{\prime\prime}$ multiplicirt und einige Reductionen ausgeführt, erhält man:

$$\{\gamma''(C\sin\xi''_{\prime\prime}+A\cos\xi''_{\prime\prime}\cos\omega)+\gamma''_{\prime\prime}(C\sin\psi''-A\cos\omega\cos\psi'')-\sin(\psi''+\xi''_{\prime\prime})\}\times$$
$$\{\gamma''(C\sin\xi''_{\prime\prime}+A\cos\xi''_{\prime\prime}\cos\omega)-\gamma''_{\prime\prime}(C\sin\psi''-A\cos\omega\cos\psi'')\}+A^2\sin^2\omega(\gamma''^2-\gamma''^2_{\prime\prime})=0.$$

Werden, statt γ'' und $\gamma''_{\prime\prime}$ ihre Werthe nach (2) gesetzt, die angedeuteten Operationen ausgeführt, so findet man, dafs diese Gleichung identisch $=0$ ist.

Die Gesetze, nach welchen das Licht beim Austritt aus einem krystallinischen Medium in ein unkrystallinisches theils reflectirt, theils gebrochen wird, sind vollständig in den Gleichungen (6) (9) (10) (12) enthalten.

§. 13 *a.*

Ich werde der Kürze wegen folgende Bezeichnungen einführen:

$$
(1)\quad
\begin{aligned}
&\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} = \sin y' &\qquad& \frac{C\sin\psi' - A\cos\psi'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} = \cos y'\\
&\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}} = \sin y'' && \frac{C\sin\psi'' - A\cos\psi''\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}} = \cos y''\\
&\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,}'^2}} = \sin z_{,}' && \frac{C\sin\xi_{,}' + A\cos\xi_{,}'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,}'^2}} = -\cos z_{,}'\\
&\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,}''^2}} = \sin z_{,}'' && \frac{C\sin\xi_{,}'' + A\cos\xi_{,}''\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,}''^2}} = -\cos z_{,}''\\
&\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,,}'^2}} = \sin z_{,,}' && \frac{C\sin\xi_{,,}' + A\cos\xi_{,,}'\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,,}'^2}} = -\cos z_{,,}'\\
&\frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,,}''^2}} = \sin z_{,,}'' && \frac{C\sin\xi_{,,}'' + A\cos\xi_{,,}''\cos\omega}{\sqrt{1-\gamma_{,,}''^2}} = -\cos z_{,,}''.
\end{aligned}
$$

Man wird bemerken, dafs diese verschiedenen y und z die Azimuthe der Polarisations-Ebenen der Strahlen im Innern bedeuten. Ich werde ferner setzen:

$$
(2)\quad
\begin{aligned}
&\frac{\gamma''}{\sqrt{1-\gamma''^2}}\sin(\xi_{,,}' - \psi'')\sin(\xi_{,,}' + \psi'') = I\\
&\frac{\gamma_{,}''}{\sqrt{1-\gamma_{,}''^2}}\sin(\xi_{,}' - \xi_{,}'')\sin(\xi_{,}' + \xi_{,}'') = K'\\
&\frac{\gamma_{,,}''}{\sqrt{1-\gamma_{,,}''^2}}\sin(\xi_{,,}' - \xi_{,,}'')\sin(\xi_{,,}' + \xi_{,,}'') = K''.
\end{aligned}
$$

Alsdann verwandeln sich die Gleichungen (6) und (9) des vorigen §. in folgende:

$$
(3)\quad
\begin{aligned}
P' &= D'\sin y' && + R_{,}'\sin z_{,}' && + R_{,}''\cos z_{,}''\\
S'\cos\iota' &= -D'\cos y'\cos\psi' && - R_{,}'\cos z_{,}'\cos\xi_{,}' && + R_{,}''\sin z_{,}''\cos\xi_{,}''\\
S'\sin\iota' &= -D'\cos y'\sin\psi' && + R_{,}'\cos z_{,}'\sin\xi_{,}' && - R_{,}''\sin z_{,}''\sin\xi_{,}''
\end{aligned}
$$

$$
P'\sin\iota'\cos\iota' = D'\sin y'\sin\psi'\cos\psi' - R_{,}'\sin z_{,}'\sin\xi_{,}'\cos\xi_{,}' - R_{,}''(\cos z_{,}''\sin\xi_{,}''\cos\xi_{,}'' - K')
$$

und die Gleichungen (10) und (12) des vorigen §. verwandeln sich in:

$$
(4)\quad
\begin{aligned}
P'' &= D''\cos y'' && + R_{,,}'\sin z_{,,}' && + R_{,,}''\cos z_{,,}''\\
S''\cos\iota'' &= D''\sin y''\cos\psi'' && - R_{,,}'\cos z_{,,}'\cos\xi_{,,}' && + R_{,,}''\sin z_{,,}''\cos\xi_{,,}''\\
S''\sin\iota'' &= D''\sin y''\sin\psi'' && + R_{,,}'\cos z_{,,}'\sin\xi_{,,}' && - R_{,,}''\sin z_{,,}''\sin\xi_{,,}''
\end{aligned}
$$

$$
P''\sin\iota''\cos\iota'' = D''(\cos y''\sin\psi''\cos\psi'' + I) - R_{,,}'\sin z_{,,}'\sin\xi_{,,}'\cos\xi_{,,}' - R_{,,}''(\cos z_{,,}''\sin\xi_{,,}''\cos\xi_{,,}'' - K'').
$$

Man erhält aus (3), wenn berücksichtigt wird, dafs $\xi_{,}'=\psi'$:

$$
\begin{aligned}
R_{,}' &= -D'\frac{\sin(\iota'-\psi')}{\sin(\iota'+\psi')}\left\{\frac{(\sin y'\sin z_{,}''\cos(\iota'+\psi')+\cos y'\cos z_{,}''\cos(\iota'-\xi_{,}''))\sin(\iota'+\xi_{,}'')-\cos y' K'}{(\sin z_{,}'\sin z_{,}''\cos(\iota'-\psi')+\cos z_{,}'\cos z_{,}''\cos(\iota'-\xi_{,}''))\sin(\iota'+\xi_{,}'')-\cos z_{,}' K'}\right\} \\
R_{,}'' &= -D'\sin(\iota'-\psi')\left\{\frac{\sin y'\cos z_{,}'\cos(\iota'+\psi')-\cos y'\sin z_{,}'\cos(\iota'-\xi_{,}')}{(\sin z_{,}'\sin z_{,}''\cos(\iota'-\psi')+\cos z_{,}'\cos z_{,}''\cos(\iota'-\xi_{,}''))\sin(\iota'+\xi_{,}'')-\cos z_{,}' K'}\right\}
\end{aligned}
\qquad (5)
$$

und aus (4)

$$
R_{,,}' = -\frac{D''}{\sin(\iota''+\xi_{,,}')}\times
$$

$$
\left\{\frac{(\cos y''\sin z_{,,}''\cos(\iota''+\psi'')-\sin y''\cos z_{,,}''\cos(\iota''-\xi_{,,}''))\sin(\iota''-\psi'')\sin(\iota''+\xi_{,,}'')-\sin z_{,,}''\sin(\iota''+\xi_{,,}'')I+\sin y''\sin(\iota''-\psi'')K''}{(\sin z_{,,}'\sin z_{,,}''\cos(\iota''-\xi_{,,}')+\cos z_{,,}'\cos z_{,,}''\cos(\iota''-\xi_{,,}''))\sin(\iota''+\xi_{,,}'')-\cos z_{,,}' K''}\right\}
$$

$$
R_{,,}'' = -D''\left\{\frac{(\cos y''\cos z_{,,}'\cos(\iota''+\psi'')+\sin y''\sin z_{,,}'\cos(\iota''-\xi_{,,}'))\sin(\iota''-\psi'')-\cos z_{,,}' I}{(\sin z_{,,}'\sin z_{,,}''\cos(\iota''-\xi_{,,}')+\cos z_{,,}'\cos z_{,,}''\cos(\iota''-\xi_{,,}''))\sin(\iota''+\xi_{,,}'')-\cos z_{,,}' K''}\right\}. \qquad (6)
$$

Für den praktischen Gebrauch wird man diese Ausdrücke nach den Potenzen des Unterschiedes der Elasticitäts-Axen entwickeln und die ersten Glieder nur zu berücksichtigen haben. Das erste Glied, welches unabhängig vom Unterschied der Elasticitäts-Axen ist, und nur von ihrer Lage abhängig, giebt:

$$
\begin{aligned}
R_{,}' &= -\frac{D'\sin(\iota'-\psi')}{\sin(\iota'+\psi')}\left\{\sin y'\sin z_{,}'\frac{\cos(\iota'+\psi')}{\cos(\iota'-\psi')}+\cos y'\cos z_{,}'\right\} \\
R_{,}'' &= -\frac{D'\sin(\iota'-\psi')}{\sin(\iota'+\psi')}\left\{\sin y'\cos z_{,}'\frac{\cos(\iota'+\psi')}{\cos(\iota'-\psi')}-\cos y'\sin z_{,}'\right\}
\end{aligned}
\qquad (7)
$$

$$
\begin{aligned}
R_{,,}' &= -\frac{D''\sin(\iota''-\psi'')}{\sin(\iota''+\psi'')}\left\{\cos y''\sin z_{,,}''\frac{\cos(\iota''+\psi'')}{\cos(\iota''-\psi'')}-\sin y''\cos z_{,,}''\right\} \\
R_{,,}'' &= -\frac{D''\sin(\iota''-\psi'')}{\sin(\iota''+\psi'')}\left\{\cos y''\cos z_{,,}''\frac{\cos(\iota''+\psi'')}{\cos(\iota''-\psi'')}+\sin y''\sin z_{,,}''\right\}.
\end{aligned}
\qquad (8)
$$

Aus (3) erhält man für das gebrochene Licht, wenn berücksichtigt wird, dafs $\xi_{,}'=\psi'$ und:

$$
\cos z_{,}''\sin(\xi_{,}'-\xi_{,}'')\cos(\xi_{,}'+\xi_{,}'')+K'=\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{,}''^2}}\cos y'\sin(\xi_{,}'-\xi_{,}'')
$$

und

$$
\sqrt{1-\gamma_{,}''^2}\sin z_{,}''=\sqrt{1-\gamma'^2}\sin y'
$$

$$
\begin{aligned}
P' &= +\frac{D'\sin y'\sin 2\psi'}{\sin(\iota'+\psi')\cos(\iota'-\psi')}+R_{,}''\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{,}''^2}}\frac{\cos y'\sin(\xi_{,}'-\xi_{,}'')}{\sin(\iota'+\psi')\cos(\iota'-\psi')} \\
S' &= -\frac{D'\cos y'\sin 2\psi'}{\sin(\iota'+\psi')}+R_{,}''\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{,}''^2}}\frac{\sin y'\sin(\xi_{,}'-\xi_{,}'')}{\sin(\iota'+\psi')}.
\end{aligned}
\qquad (9)
$$

Um die Werthe P'' und S'' aus (4) einfacher auszudrücken, werde ich noch eine Wellen-Ebene einführen, nemlsch die zu D'' gehörige gewöhnliche. Ihre Neigung gegen die brechende Ebene bezeichne ich mit $\psi'_{\prime\prime}$, so ist $\psi'_{\prime\prime}=\xi'_{\prime\prime}$. Das dieser Wellen-Ebene angehörige y bezeichne ich mit $y'_{\prime\prime}$ und die Neigung ihrer Normale gegen die Axe mit $\varkappa'$, so dafs

$$(10)\quad \begin{gathered} \varkappa' = C\cos\psi'_{\prime\prime} + A\sin\psi'_{\prime\prime}\cos\omega \\ \cos y'_{\prime\prime} = \frac{C\sin\psi'_{\prime\prime} - A\cos\psi'_{\prime\prime}\cos\omega}{\sqrt{1-\varkappa'^2}} \quad \text{und} \quad \sin y'_{\prime\prime} = \frac{A\sin\omega}{\sqrt{1-\varkappa'^2}}. \end{gathered}$$

Berücksichtigt man nun, dafs

$$\cos y''\sin(\xi'_{\prime\prime}+\psi'')\cos(\xi'_{\prime\prime}-\psi'') + I = \sqrt{\frac{1-\varkappa'^2}{1-\gamma''^2}}\cos y'_{\prime\prime}\sin(\psi'_{\prime\prime}+\psi'')$$

$$\cos z''_{\prime\prime}\sin(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime})\cos(\xi'_{\prime\prime}+\xi''_{\prime\prime}) + K'' = \sqrt{\frac{1-\varkappa'^2}{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}}\cos y'_{\prime\prime}\sin(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime})$$

und $$\sqrt{1-\gamma''^2}\sin y'' = \sqrt{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}\sin z''_{\prime\prime} = \sqrt{1-\varkappa'^2}\sin y'_{\prime\prime},$$

so erhält man:

$$(11)\quad \begin{aligned} P'' &= \frac{D''\sqrt{\frac{1-\varkappa'^2}{1-\gamma''^2}}\cos y'_{\prime\prime}\sin(\psi'_{\prime\prime}+\psi'')}{\sin(i''+\psi'_{\prime\prime})\cos(i''-\psi'_{\prime\prime})}\left\{1+\frac{R''_{\prime\prime}}{D''}\sqrt{\frac{1-\gamma''^2}{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}}\frac{\sin(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime})}{\sin(\psi'_{\prime\prime}+\psi'')}\right\} \\ S'' &= \frac{D''\sqrt{\frac{1-\varkappa'^2}{1-\gamma''^2}}\sin y'_{\prime\prime}\sin(\psi'_{\prime\prime}+\psi'')}{\sin(i''+\psi'_{\prime\prime})}\left\{1+\frac{R''_{\prime\prime}}{D''}\sqrt{\frac{1-\gamma''^2}{1-\gamma''^2_{\prime\prime}}}\frac{\sin(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime})}{\sin(\psi'_{\prime\prime}+\psi'')}\right\}. \end{aligned}$$

In den Ausdrücken (9) und (11) kann man, wenn nur die ersten Potenzen von $\pi^2-\mu^2$ berücksichtigt werden sollen, statt $\frac{R''}{D'}$ und $\frac{R''_{\prime\prime}}{D''}$ ihre angenäherten Werthe aus (7) und (8) setzen.

Die Gleichungen (5) (6) (9) (11) geben imaginäre Werthe innerhalb der Grenze der totalen Reflexion, ebenso wie dies bei unkrystallinischen Medien der Fall ist. Man weis, dafs in dem Falle der totalen Reflexion P' und S' und P'' und S'' verschwinden. Die Werthe von $R'_{\prime}$, $R''_{\prime}$, $R'_{\prime\prime}$, $R''_{\prime\prime}$ kann man für diesen Fall durch dasselbe Räsonnement bestimmen, welches Fresnel auf den analogen Fall bei unkrystallinischen Medien angewandt hat, das freilich an sich wenig evident, seinen Resultaten nach aber dort durch eine Reihe genauer Beobachtungen sicher gestellt ist. Ich werde dieses Räsonnement nur auf

die angenäherten Werthe (7) und (8) anwenden. Es nimmt $R'_{,}$, wenn $\sin \iota' > 1$ ist, die Form an: $A + B\sqrt{-1}$. Nach Analogie von Fresnels Räsonnement ist die wirkliche reflectirte Intensität aber $A^2 + B^2 = (A + B\sqrt{-1})(A - B\sqrt{-1})$. Man erhält $A - B\sqrt{-1}$, wenn man in dem Werthe für $R'_{,}$ überall statt ι' setzt $180 - \iota'$. Auf diese Weise erhält man aus (7) und (8), wenn bei der totalen Reflexion, die reflectirten Geschwindigkeiten mit $(R'_{,})$, $(R''_{,})$, $(R'_{,,})$, $(R''_{,,})$ bezeichnet werden:

$$(R'^2_{,}) = D'^2 \{\cos^2(y' - z') - L' \sin 2y' \sin 2z'\}$$
$$(R''^2_{,}) = D'^2 \{\sin^2(y' - z') + L' \sin 2y' \sin 2z'\}$$
$$(R'^2_{,,}) = D''^2 \{\sin^2(y'' - z'') + L'' \sin 2y'' \sin 2z''\}$$
$$(R''^2_{,,}) = D''^2 \{\cos^2(y'' - z'') - L'' \sin 2y'' \sin 2z''\},$$

wo $$L' = \frac{\sin^2\psi'}{\mu^2 - (1 + \mu^2)\sin^2\psi'} \quad \text{und} \quad L'' = \frac{\sin^2\psi''}{\mu^2 - (1 + \mu^2)\sin^2\psi''}.$$

Von den vier reflectirten Strahlen verschwinden $(R''_{,})$ und $(R'_{,,})$ nur in einigen besondern Fällen, nämlich 1) wenn die reflectirende Ebene senkrecht auf der Axe steht, 2) wenn das Azimuth der Einfalls-Ebene $= 0$ ist, 3) wenn das Azimuth der Einfalls-Ebene $= 90°$ und zugleich die reflectirende Ebene parallel mit der Axe ist. Die Strahlen $(R'_{,})$ und $(R''_{,,})$ dagegen verschwinden nie.

§. 13 *b*.

Aus den Gleichungen (11) ergiebt sich ein sehr einfaches Gesetz für die Lage der Polarisations-Ebene für einen ungewöhnlichen Strahl nach seinem Austritt aus dem krystallinischen Medium. Bezeichnet man ihr Azimuth in Beziehung auf die Austritts-Ebene mit α'', so hat man:

$$\operatorname{tang} \alpha'' = \frac{P''}{S''} = \frac{\operatorname{cotg} y''_{,,}}{\cos(\iota'' - \psi''_{,,})}. \tag{12}$$

Bezeichnet man denselben Winkel für den gewöhnlichen Strahl mit α', so dafs $\operatorname{tang} \alpha' = \frac{P'}{S'}$, so hat man bei Vernachlässigung der höhern Potenzen von $\xi'_{,} - \xi''_{,}$

$$\operatorname{tang} \alpha' = -\frac{\operatorname{tang} y'}{\cos(\iota' - \psi')} \left\{1 + \frac{R''_{,}}{D'} \sqrt{\frac{1 - \gamma'^2}{1 - \gamma''^2_{,}}} \frac{\sin(\xi'_{,} - \xi''_{,})}{\sin y' \cos y' \sin(\xi'_{,} + \xi''_{,})}\right\}, \tag{13}$$

wo für $\frac{R''_{,}}{D'}$ sein Werth aus (7) zu setzen ist.

Aus (9) und (10) leitet man leicht die Intensität des Lichtes des gewöhnlichen und des ungewöhnlichen Strahls ab, nach ihrem Austritt aus dem krystallinischen Medium, nämlich $P'^2 + S'^2$ und $P''^2 + S''^2$. Diese Ausdrücke werden von grofser Wichtigkeit werden für photometrische Untersuchungen. In diesen und ähnlichen Anwendungen der Ausdrücke (9) und (10) mufs man die Werthe von D' und D'' kennen. In den häufigsten Fällen werden dies aber die Geschwindigkeiten in den beiden zusammengehörigen Strahlen sein, in welcher sich ein gegebener Strahl bei seinem Eintritt in das krystallinische Medium theilt. Sie sind alsdann gegeben durch die Formeln (3) §. 7. Führt man die Azimuthe der Polarisations-Ebenen der Strahlen D' und D'' in jene Formeln ein, um sie unabhängig von der Lage der Ebene auszudrücken, durch welche das Licht in das Medium eingetreten ist, d. h. setzen wir in den Formeln (3) §. 7.

$$(14)\quad \begin{aligned} \frac{A \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma_,^2}} &= \sin x' & \qquad \frac{C \sin\phi' - A \cos\omega \cos\phi'}{\sqrt{1-\gamma_,^2}} &= \cos x' \\ \frac{A \sin\omega}{\sqrt{1-\gamma''^2}} &= \sin x'' & \qquad \frac{C \sin\phi'' - A \cos\omega \cos\phi''}{\sqrt{1-\gamma''^2}} &= \cos x'' \end{aligned}$$

und setzen wir ferner:

$$\frac{\gamma''}{\sqrt{1-\gamma''^2}} \sin(\phi' - \phi'') \sin(\phi' + \phi'') = G,$$

so ist:

$$(15)\quad \begin{aligned} D' &= \frac{\sin 2\phi}{\sin(\phi+\phi')} \left\{ \frac{\left(P \sin x'' - S \cos x'' \cos(\phi - \phi'')\right) \sin(\phi + \phi'') - SG}{\left(\sin x_, \sin x_{,,} \cos(\phi - \phi') + \cos x' \cos x'' \cos(\phi - \phi'')\right) \sin(\phi + \phi'') + \cos x' G} \right\} \\ D'' &= \sin 2\phi \left\{ \frac{\left(P \cos x' + S \sin x' \cos(\phi - \phi')\right)}{\left(\sin x' \sin x'' \cos(\phi - \phi') + \cos x' \cos x'' \cos(\phi - \phi'')\right) \sin(\phi + \phi'') + \cos x' G} \right\}. \end{aligned}$$

Vernachlässigt man in diesen Werthen alles, was vom Unterschied der Elasticitäts-Axen abhängt, so erhält man als erste Annäherung:

$$(16)\quad \begin{aligned} D' &= \frac{\sin 2\phi}{\sin(\phi+\phi')} \left(\frac{P \sin x'}{\cos(\phi - \phi')} - S \cos x' \right) \\ D'' &= \frac{\sin 2\phi}{\sin(\phi+\phi')} \left(\frac{P \cos x'}{\cos(\phi - \phi')} + S \sin x' \right). \end{aligned}$$

Durch (9) (11) (15) kann man die Frage beantworten, wie das Licht eines polarisirten Strahls, nachdem er durch ein Prisma aus einem krystallinischen einaxigen Medium gegangen ist, sich vertheilt hat zwischen dem gewöhnlichen

und ungewöhnlichen Strahl. Ich werde dies erläutern durch die Anwendung auf einige einfache Fälle, die zugleich für die Praxis von Werth können werden.

1) Die Eintritts-Ebene des Strahls in das Prisma und seine Austritts-Ebene sollen zusammenfallen, und die Kante des Prisma soll senkrecht stehen auf der optischen Axe. Alsdann ist sowohl für den eintretenden Strahl als für die austretenden Strahlen $\omega = 0$, also:

$$\sin x' = \sin x'' = \sin y' = \sin y'' = \sin z_i' = \sin z_i'' = \sin z_{ii}' = \sin z_{ii}'' = 0$$

und man erhält:

$$D' = -\frac{S \sin 2\phi}{\sin(\phi + \phi')}$$

$$D'' = \frac{P \sin 2\phi}{\sin(\phi + \phi'')\cos(\phi - \phi'') + G}$$

$$P' = 0$$

$$S' = -\frac{D' \sin 2\psi'}{\sin(\iota' + \psi')}$$

$$P'' = \frac{D'' \sqrt{\frac{1 - \varkappa'^2}{1 - \gamma''^2}} \sin(\psi_{ii}' + \psi'')}{\sin(\iota'' + \psi'')\cos(\iota'' - \psi'')} \left(1 - \frac{\cos(\iota'' + \psi'')\sin(\iota'' - \psi'') - I}{\cos(\iota'' - \xi_{ii}'')\sin(\iota'' + \xi_{ii}'') - K''} \sqrt{\frac{1 - \gamma''^2}{1 - \gamma_{ii}''^2}} \frac{\sin(\xi_{ii}' - \xi_{ii}'')}{\sin(\psi_{ii}' + \psi'')}\right)$$

$$S'' = 0,$$

woraus das Verhältnifs der Lichtstärken in den beiden Strahlen nach ihrem Austritt durch das Prisma:

$$\frac{P'^2 + S'^2}{P''^2 + S''^2} = \frac{\frac{1 - \gamma''^2}{1 - \varkappa'^2} \left(\frac{\sin 2\psi'}{\sin(\psi_{ii}' + \psi'')} \frac{\sin(\iota'' + \psi'')}{\sin(\iota' + \psi')} \cos(\iota'' - \psi'')\right)^2 \left(\frac{\sin(\phi + \phi'')\cos(\phi - \phi'') + G}{\sin(\phi + \phi')}\right)^2 \frac{S^2}{P^2}}{\left(1 - \frac{\cos(\iota'' + \psi'')\sin(\iota'' - \psi'') - I}{\cos(\iota'' - \xi_{ii}'')\sin(\iota'' + \xi_{ii}'') - K} \sqrt{\frac{1 - \gamma''^2}{1 - \gamma_{ii}''^2}} \frac{\sin(\xi_{ii}' - \xi_{ii}'')}{\sin(\psi_{ii}' + \psi_{ii}'')}\right)^2} . \quad (17)$$

2) Die Kante des Prisma sei parallel mit der Axe, und die Eintritts-Ebene so wie die Austritts-Ebene stehe senkrecht darauf. Hier ist $C = 0$ und $\omega = 90$, also

$$\cos x' = \cos x'' = \cos y' = \cos y'' = \cos z_i' = \cos z_i'' = \cos z_{ii}' = \cos z_{ii}'' = 0$$

$$\gamma' = \gamma'' = \gamma_i' = \gamma_i'' = \gamma_{ii}' = \gamma_{ii}'' = \varkappa' = 0.$$

Demnach:

$$D' = \frac{P \sin 2\phi}{\sin(\phi + \phi')\cos(\phi - \phi')}, \quad D'' = \frac{\sin 2\phi}{\sin(\phi + \phi'')}$$

$$P' = \frac{D' \sin 2\psi' \, S}{\sin(\iota' + \psi') \cos(\iota' - \psi')}, \qquad S' = 0,$$

$$S'' = \frac{D'' \sin(\psi'_{\prime\prime} + \psi'')}{\sin(\iota'' + \psi'_{\prime\prime})} \left(1 - \frac{\sin(\iota'' - \psi'')}{\sin(\iota'' + \psi'')} \frac{\sin(\xi'_{\prime\prime} - \xi''_{\prime\prime})}{\sin(\psi'_{\prime\prime} + \psi'')}\right), \qquad P'' = 0,$$

und das Verhältnifs der Lichtstärken in dem gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahl nach ihrem Austritt:

$$(18) \qquad \frac{P'^2 + S'^2}{P''^2 + S''^2} = \frac{\left(\frac{\sin 2\psi'}{\sin(\psi'_{\prime\prime} + \psi'')} \frac{\sin(\iota'' + \psi'_{\prime\prime})}{\sin(\iota' + \psi')} \frac{1}{\cos(\phi - \phi') \cos(\iota' - \psi')}\right)^2 \frac{\sin^2(\phi + \phi'')}{\sin^2(\phi + \phi')} \frac{P^2}{S^2}}{\left(1 - \frac{\sin(\iota'' - \psi'')}{\sin(\iota'' + \psi'')} \frac{\sin(\xi'_{\prime\prime} - \xi''_{\prime\prime})}{\sin(\psi'_{\prime\prime} + \psi'')}\right)^2}.$$

Ich werde jetzt noch die Formeln (9) (11) (15) anwenden auf den Durchgang des Lichtes durch ein von zwei parallelen Ebenen begrenztes krystallinisches Medium, das auf beiden Seiten von einem gleichen unkrystallinischen Medium umgeben ist. Dieser Fall, für sich von Interesse, wegen seiner Anwendung auf die Theorie der Farben, welche dünne krystallinische Blättchen im polarisirten Lichte zeigen, ist besonders geeignet, jene Formeln (9) (11) (15) mittelst Beobachtungen unter sehr mannigfachen Umständen zu bestätigen.

Die Formeln (15) bleiben für diesen Fall unverändert; in (7) (8) (9) und (11) aber hat man folgende Substitutionen zu machen:

$$\begin{array}{lll}
y' = x' & z'_{\prime} = z'_{\prime\prime} = z' & y'_{\prime\prime} = x' \\
y'' = x'' & z''_{\prime} = z''_{\prime\prime} = z'' & \\
\iota' = \iota'' = \phi & & \\
\psi' = \phi' & \psi'' = \phi'' & \psi'_{\prime\prime} = \phi' \\
\xi'_{\prime} = \xi'_{\prime\prime} = \phi' & \xi''_{\prime} = \xi''_{\prime\prime} & \\
\varkappa' = \gamma' & \gamma'_{\prime} = \gamma'_{\prime\prime} & \gamma''_{\prime} = \gamma''_{\prime\prime}.
\end{array}$$

Demnach erhalten wir, wenn der Gleichförmigkeit wegen statt $\xi''_{\prime}$ oder $\xi''_{\prime\prime}$ gesetzt wird ϕ''':

$$(19) \quad \begin{cases} P' = \dfrac{D' \sin x' \sin 2\phi'}{\sin(\phi + \phi') \cos(\phi - \phi')} + R''_{\prime} \sqrt{\dfrac{1 - \gamma'^2}{1 - \gamma''^2_{\prime}}} \dfrac{\cos x' \sin(\phi' - \phi''')}{\sin(\phi + \phi') \cos(\phi - \phi')} \\[2ex] S' = -\dfrac{D' \cos x' \sin 2\phi'}{\sin(\phi + \phi')} + R''_{\prime} \sqrt{\dfrac{1 - \gamma'^2}{1 - \gamma''^2_{\prime}}} \dfrac{\sin x' \sin(\phi - \phi''')}{\sin(\phi + \phi')} \end{cases}$$

$$P'' = \frac{D''\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma''^2}}\cos x' \sin(\phi+\phi'')}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')}\left(1+\frac{R_{\prime\prime}''}{D''}\sqrt{\frac{1-\gamma''^2}{1-\gamma_{\prime}''^2}}\,\frac{\sin(\phi'-\phi''')}{\sin(\phi'+\phi'')}\right)$$
$$S'' = \frac{D''\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma''^2}}\sin x' \sin(\phi'+\phi'')}{\sin(\phi+\phi')}\left(1+\frac{R_{\prime\prime}''}{D''}\sqrt{\frac{1-\gamma''^2}{1-\gamma_{\prime}''^2}}\,\frac{\sin(\phi'-\phi''')}{\sin(\phi'+\phi'')}\right) \qquad (20)$$

$$R_{\prime}'' = -D'\sin(\phi-\phi')\left\{\frac{\sin x'\cos z'\cos(\phi+\phi')-\cos x'\sin z'\cos(\phi-\phi')}{(\sin z'\sin z''\cos(\phi-\phi')+\cos z'\cos z''\cos(\phi-\phi''))\sin(\phi+\phi''')-\cos z' K}\right\}$$
$$R_{\prime\prime}'' = -D''\left\{\frac{(\cos x''\cos z'\cos(\phi+\phi'')+\sin x''\sin z'\cos(\phi-\phi'))\sin(\phi-\phi'')-\cos z' G}{(\sin z'\sin z''\cos(\phi-\phi')+\cos z'\cos z''\cos(\phi-\phi''))\sin(\phi+\phi''')-\cos z' K}\right\} \qquad (21)$$

und:

$$K = \frac{\gamma_{\prime}''}{\sqrt{1-\gamma_{\prime}''^2}}\sin(\phi'-\phi''')\sin(\phi'+\phi'''). \qquad (22)$$

Will man in (19) und (20) nur die ersten Potenzen von $\pi^2-\mu^2$ berücksichtigen, so kann man setzen:

$$R_{\prime}'' = -D'\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}\left\{\sin x'\cos z'\frac{\cos(\phi+\phi')}{\cos(\phi-\phi')}-\cos x'\sin z'\right\}$$
$$R_{\prime\prime}'' = -D''\frac{\sin(\phi-\phi'')}{\sin(\phi+\phi'')}\left\{\cos x'\cos z'\frac{\cos(\phi+\phi'')}{\cos(\phi-\phi'')}+\sin x'\sin z'\right\}. \qquad (23)$$

§. 14.

Wenn ein Lichtstrahl, polarisirt nach dem Azimuth α, durch ein unkrystallinisches Medium, welches von parallelen Ebenen begrenzt ist, gegangen ist, und nach dem Durchgang das Azimuth seiner Polarisations-Ebene mit β bezeichnet wird, so ist:

$$\operatorname{tang}\beta = \frac{\operatorname{tang}\alpha}{\cos^2(\phi-\phi')} = \frac{P}{S\cos^2(\phi-\phi')}.$$

Wird dieser Strahl mit einer Turmalinplatte aufgefangen, so verschwindet er gänzlich, wenn sich diese, ich meine diejenige Richtung in ihr, nach welcher sie das durchgehende Licht polarisiren würde, in dem Azimuth β' befindet, und

$$\operatorname{tang}\beta' = -\frac{S\cos^2(\phi-\phi')}{P}. \qquad (1)$$

Wir wollen jetzt statt des unkrystallinischen Blättchens ein dünnes krystallinisches Blättchen substituiren, hinlänglich dünn, damit der gewöhnliche und

ungewöhnliche Strahl im durchgegangenen Strahl nicht getrennt werde. Das einfallende Licht soll dabei polarisirt bleiben in dem Azimuth α, wo $\tang \alpha = \frac{P}{S}$, und die Turmalinplatte befinde sich noch ferner in dem Azimuth β', wo $\tang \beta' = -\frac{S\cos^2(\phi-\phi')}{P}$. Der Strahl wird jetzt durch den Turmalin nie ganz zerstört werden, aber es wird immer gewisse Azimuthe des Hauptschnittes des Krystallblättchens geben, bei welchem das durch die Turmalinplatte gehende Licht ein Minimum wird. Diese Azimuthe des Hauptschnittes wollen wir aus unsern Formeln ableiten. Sie scheinen vorzüglich geeignet zu einer ausführlichen Vergleichung mit Beobachtungen und einer sich daraus ergebenden Bestätigung oder Widerlegung der Formeln (17) (18) und (20). Ich werde das durchgegangene Licht zerlegen in solches, welches nach β' polarisirt ist und in solches, welches senkrecht darauf polarisirt ist. Die Componenten der Bewegung nach β', welche von P' und S' in (20) herrühren, werde ich mit O und die, welche von P'' und S'' herrühren, mit E bezeichnen; dann ist:

$$O = P' \sin\beta' + S' \cos\beta'$$
$$E = P'' \sin\beta' + S'' \cos\beta'$$

und man erhält, wenn man die Werthe für $\sin\beta'$ und $\cos\beta'$ aus (1) und für P', P''... aus (20) §. 13. setzt:

$$O\sqrt{P^2+S^2\cos^4(\phi-\phi')} =$$
$$\frac{D'\sin 2\phi'}{\sin(\phi+\phi')}(P\cos x'+S\sin x'\cos(\phi-\phi')) - R_{\prime}''\sqrt{\frac{1-\gamma_{\prime}^{2}}{1-\gamma_{\prime}''^{2}}}\frac{\sin(\phi'-\phi''')}{\sin(\phi+\phi')}(P\sin x'-S\cos x'\cos(\phi-\phi'))$$

$$(2)\qquad E\sqrt{P^2+S^2\cos^4(\phi-\phi')} =$$
$$-\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma''^2}}(P\sin x'-S\cos x'\cos(\phi-\phi'))\left(\frac{D''\sin(\phi'+\phi'')}{\sin(\phi+\phi')} + R_{\prime\prime}''\sqrt{\frac{1-\gamma''^2}{1-\gamma_{\prime}''^2}}\frac{\sin(\phi'-\phi''')}{\sin(\phi+\phi')}\right).$$

Aus diesen Ausdrücken übersieht man, dafs $O^2+E^2=0$ im Allgemeinen nicht stattfinden kann, weil O und E keinen gemeinschaftlichen Factor, der $=0$ werden kann, enthalten, dafs also der im Azimuth β' sich befindende Turmalin den durchgegangenen Strahl im Allgemeinen nicht zerstören kann. Wenn aber die doppelte Strahlenbrechung sehr schwach ist, und man die von $(\phi'-\phi'')$ abhängigen Glieder vernachlässigt, so erhält man, wenn man für D' und D'' ihre Werthe aus (19) setzt:

$$(O^2+E^2)(P^2+S^2\cos^4(\phi-\phi')) =$$
$$2(P\cos x'+S\sin x'\cos(\phi-\phi'))^2(P\sin x'-S\cos x'\cos(\phi-\phi'))^2\frac{\sin^2 2\phi\sin^2 2\phi'}{\sin^4(\phi+\phi')\cos^2(\phi-\phi')},$$

woraus sich ergiebt, daſs O^2+E^2 nahe $=0$ ist, nämlich bis auf Gröſsen von der Ordnung $(\phi'-\phi'')^2$, in zwei Fällen:

$$\begin{array}{l} 1)\ \text{wenn}\ P\cos x'+S\sin x'\cos(\phi-\phi')=0 \\ 2)\ \text{wenn}\ P\sin x'-S\cos x'\cos(\phi-\phi')=0. \end{array} \quad (3)$$

Hieraus zieht man zwei Werthe für x' und durch diese sind mittelst (14) §. 13. zwei Azimuthe ω bestimmt, in welchen die Einfalls-Ebene liegen muſs, damit O^2+E^2 beinahe verschwindet. Man findet aus der ersten, wenn man

$$\frac{S}{P}\frac{\cos(\phi-\phi')}{\cos\phi'}=\operatorname{tang}\Pi,$$

setzt:

$$\cos(\Pi,+\omega)=\frac{\frac{C}{A}\operatorname{tang}\phi'}{\sqrt{1+\left(\frac{S\cos(\phi-\phi')}{P\cos\phi'}\right)^2}}$$

und aus der zweiten, wenn

$$\operatorname{tang}\Pi_{,,}=\frac{P}{S\cos\phi'\cos(\phi-\phi')}$$

gesetzt wird, findet man:

$$\sin(\Pi_{,,}+\omega)=\frac{\frac{C}{A}\operatorname{tang}\phi'}{\sqrt{1+\left(\frac{P}{S}\frac{1}{\cos(\phi-\phi')\cos\phi'}\right)^2}}.$$

Man sieht, daſs es nicht für jedes ϕ ein mögliches ω giebt. So lange der gebrochene Strahl unter einem kleinern Winkel gegen die Normale der brechenden Fläche geneigt ist als die Axe, ist das Azimuth ω für jedes ϕ möglich, welches auch der Werth sei von $\frac{P}{S}$, d. i. des Azimuths der Polarisations-Ebene des einfallenden Strahls.

Ist $\operatorname{tang}\phi'>\frac{A}{C}$, so muſs, wenn der ersten Gleichung in (3) ein mögliches ω genügen soll, sein:

$$\frac{\sin^2\phi'}{A^2}-1<\left(\frac{S\cos(\phi-\phi')}{P}\right)^2,$$

und wenn der zweiten Gleichung daselbst durch ein mögliches ω genügt werden soll, muſs sein:

$$\frac{\sin^2\phi'}{A^2}-1<\left(\frac{P}{S\cos(\phi-\phi')}\right)^2.$$

Wenn die beiden durch (3) bestimmten ω zugleich möglich sein sollen, so müssen diese beiden Bedingungs-Gleichungen zugleich stattfinden. Indem

man sie mit einander multiplicirt, erhält man noch eine dritte von $\frac{P}{S}$ unabhängige Bedingung, die erfüllt werden mufs, nämlich:

$$\sin^2\phi' < 2A^2.$$

Wir können also setzen $\sin\phi' = (1+\alpha)A^2$, wo $\alpha < 1$ sein mufs. Wir brauchen aber nur die Werthe von α zwischen 0 und 1 zu berücksichtigen, denn für ein negatives α wird $\tang^2\phi' < \frac{A^2}{C^2}$, und in diesen Fällen sind, wie wir schon bemerkt haben, die beiden ω immer möglich. Alsdann kann man die beiden ersten Bedingungen schreiben:

$$(4)\qquad \frac{P}{S\cos(\phi-\phi')} > \sqrt{\alpha}$$
$$\frac{P}{S\cos(\phi-\phi')} < \sqrt{\frac{1}{\alpha}}.$$

Man erhält, wenn ω durch die erste der Gleichungen (3) bestimmt wird:

$$(5)\qquad O_{\prime}^2 + E_{\prime}^2 = \frac{R_{\prime}''^2\,\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{\prime}''^2}\left(\frac{\sin(\phi'-\phi'')}{\sin(\phi+\phi')}\right)^2}{\sin^2 x + \cos^2 x\cos^2(\phi-\phi')},$$

wo $R_{\prime}''$ aus (23) und (16) mit Berücksichtigung, dafs $\frac{P}{S} = -\tang x'\cos(\phi-\phi')$ ist, zu nehmen ist.

Wenn ω durch die zweite Gleichung in (3) bestimmt wird, so ist:

$$(6)\qquad O_{\prime\prime}^2 + E_{\prime\prime}^2 = \frac{D'^2\sin^2 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')\,(\cos^2 x + \sin^2 x\cos^2(\phi-\phi'))},$$

wo D' aus (16) zu entnehmen ist, mit Rücksicht, dafs $\frac{P}{S} = \cotg x\cos(\phi-\phi')$ ist. Diefs giebt, wenn man nur die ersten Potenzen von $(\phi'-\phi'')$ berücksichtigt, nach einigen Reductionen:

$$(7)\qquad D' = \frac{\sin 2\phi}{\sin(\phi+\phi')}\left\{\frac{\gamma\sin(\phi+\phi')}{\sqrt{1-\gamma'^2}} + \frac{\sqrt{1-\gamma_{\prime}'^2}}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\cos z'\,\frac{\cos\phi'}{\cos(\phi-\phi')}\right\}\frac{\sin(\phi'-\phi'')}{\sin(\phi+\phi')}.$$

Wenn die doppelte Brechung so stark ist, wie z. B. im Kalkspath, so werden die Beobachtungen Azimuthe ω ergeben, welche von denen, die sich aus (3) bestimmen, etwas verschieden sind. Es werden überhaupt die beobachteten Azimuthe diejenigen sein, für welche O^2+E^2 ein Minimum ist, hierin die vollständigen Werthe aus (2) gesetzt. Die Gröfsen in (3) werden also nicht $= 0$ sein, sondern endlich Werthe von der Ordnung $(\phi'-\phi'')$ haben, welche ich respective mit X' und X'' bezeichnen will. Ich werde die Bedingungen

untersuchen, unter welchen O^2+E^2 ein Minimum wird, dabei aber nur die ersten Potenzen von $(\phi'-\phi'')$ berücksichtigen. Setzt man also:

$$P\cos x'+S\sin x'\cos(\phi-\phi')=X' \tag{8}$$

in (2) und vernachlässigt die höhern Potenzen von $(\phi'-\phi'')$, so erhält man:

$$O\sqrt{P^2+S^2\cos^4(\phi-\phi')}=\left\{\frac{\sin 2\phi\sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')}X'+R_{,}''\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{,}''^2}}\frac{\sin(\phi'-\phi''')}{\sin(\phi+\phi')}\cos(\phi-\phi')\right\}\frac{S}{\cos x'}$$

$$E\sqrt{P^2+S^2\cos^4(\phi-\phi')}=\left\{\frac{\sin 2\phi\sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')}X'\right\}\frac{S}{\cos x'}. \tag{9}$$

Dies in $O^2+E^2=$ Min. gesetzt, giebt:

$$X'=-R_{,}''\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{,}''^2}}\frac{\sin(\phi'-\phi''')\cos(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi')}{2\sin 2\phi\sin 2\phi'} \tag{10}$$

oder, wenn man bedenkt, dafs man nach (16) des vorigen §. wegen (8) setzen kann:

$$D'=-\frac{\sin 2\phi}{\sin(\phi+\phi')}\frac{S}{\cos x'},$$

$$X'=\frac{R_{,}''}{D'}\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{,}''^2}}\frac{\sin(\phi'-\phi''')}{2\sin 2\phi'}\frac{S\cos(\phi-\phi')}{\cos x'}, \tag{11}$$

worin aus (23) §. 13. zu setzen ist:

$$\frac{R_{,}''}{D'}=-\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}\left(\sin x'\cos z'\frac{\cos(\phi+\phi')}{\cos(\phi-\phi')}-\cos x'\sin z'\right).$$

Aus (8) und (11) findet man x'. Wenn man die erste Annäherung von x' bezeichnet mit Y', so dafs

$$\operatorname{tang} Y'=-\frac{P}{S\cos(\phi-\phi')},$$

so erhält man:

$$\sin(x'-Y')=+\frac{R_{,}''}{D'}\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{,}''^2}}\frac{\sin(\phi'-\phi''')}{2\sin 2\phi'}, \tag{12}$$

woraus mittelst (14) §. 13. ω zu bestimmen ist. Dieser Werth von ω bringt $O_{,}^2+E_{,}^2$ auf die Hälfte des Werthes in (5).

Setzt man in (2)

$$P\sin x'-S\cos x'\cos(\phi-\phi')=X'' \tag{13}$$

und berücksichtigt nur die Glieder der ersten Ordnung in Beziehung auf $(\phi'-\phi'')$, so erhält man:

$$(14)\quad \begin{aligned} O''\sqrt{P^2+S^2\cos^4(\phi-\phi')} &= \frac{D'\sin 2\phi'}{\sin(\phi+\phi')}\,\frac{S\cos(\phi-\phi')}{\sin x'} \\ E''\sqrt{P^2+S^2\cos^4(\phi-\phi')} &= -\frac{D''\sin 2\phi'}{\sin(\phi+\phi')}\,X'' = -\frac{\sin 2\phi\sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')}\,\frac{S}{\sin x}\,X''. \end{aligned}$$

Man erhält aus (15) §. 13., indem man nur die Glieder der ersten Ordnung berücksichtigt, nach einigen Reductionen:

$$D' = \frac{\sin 2\phi}{\sin^2(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')}\times$$
$$\left\{X''\sin(\phi+\phi') + S\left(\frac{\gamma'}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\cos(\phi+\phi') + \cos x'\sin(\phi+\phi')\right)\sin(\phi-\phi')\sin(\phi'-\phi'')\right\},$$

was sich umformen läfst in

$$(15)\quad D' = \frac{\sin 2\phi}{\sin^2(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')}\left\{X''\sin(\phi+\phi') + S\frac{C\cos\phi - A\cos\omega\sin\phi}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\sin(\phi-\phi')\sin(\phi'-\phi'')\right\}.$$

Hieraus ergiebt sich:

$$(16)\quad \begin{aligned} &(O''^2+E''^2)\,(P^2+S^2\cos^4(\phi-\phi')) = \\ &\frac{\sin^2 2\phi\sin^2 2\phi'}{\sin^4(\phi+\phi')}\,\frac{S^2}{\sin^2 x}\left\{\left(X''+S\frac{(C\cos\phi-A\cos\omega\sin\phi)}{\sqrt{1-\gamma'^2}}\,\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}\sin(\phi'-\phi'')\right)^2+X''^2\right\} \end{aligned}$$

und der Werth, für welchen $O''^2+E''^2$ ein Minimum wird, ist

$$(17)\qquad X'' = -\frac{S(C\cos\phi - A\sin\phi\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma_i^2}}\,\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}\,\frac{\sin(\phi'-\phi'')}{2}.$$

Hieraus und aus (13), wenn die erste Annäherung für x' bezeichnet wird mit Y'', so dafs

$$(18\,a.)\qquad \operatorname{tang} Y'' = \frac{S\cos(\phi-\phi')}{P},$$

erhält man:

$$(18)\quad \sin(x'-Y'') = -\sin Y''\,\frac{(C\cos\phi - A\sin\phi\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2}\,\cos(\phi-\phi')}\,\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}\,\frac{\sin(\phi'-\phi'')}{2},$$

woraus das dazu gehörige ω gefunden wird mittelst

$$\operatorname{tang} x' = \frac{A\sin\omega}{C\sin\phi' - A\cos\phi'\cos\omega}.$$

Es ist gut, einige particuläre Fälle zu bemerken.

Wenn in (12) $P=0$ gesetzt wird, so wird tang $x'=0$, weil $\frac{R''}{D'}$ in diesem Falle $=0$ wird, da $\sin x'$ mit $\sin z'$ zugleich verschwinden. Eben so wird

tang $x' = 0$ in (18), wenn $S = 0$ gesetzt wird. Dies ist streng richtig, wie aus den vollständigen Ausdrücken für O und E in (2) erhellt, und ist übrigens ein sich selbst darbietendes Resultat, dafs nämlich ein parallel oder senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirter Strahl, wenn er durch ein krystallinisches Blättchen so hindurchgegangen ist, dafs die Einfalls-Ebene mit dem Hauptschnitt zusammenfällt, seine Polarisations-Ebene unverändert behält. Von gröfserem Interesse sind die folgenden zwei Fälle:

1) Wenn in (12) $S = 0$ ist. Dies wird uns die Bedingungen geben, unter welchen bei einem senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirten Strahle nach seinem Durchgang durch ein dünnes Blättchen, seine Polarisations-Ebene so wenig wie möglich unverändert wird.

Da mit $S = 0$ auch $\cos Y' = 0$ wird und $\sin Y' = 1$, so hat man

$$\frac{R_{\prime}''}{D'} = -\operatorname{tang}(\phi - \phi') \operatorname{cotg}(\phi + \phi') \cos z'$$

und

$$\sin(x' - Y') = -\cos x' = -\sqrt{\frac{1-\gamma'^2}{1-\gamma_{\prime}''^2}} \operatorname{tang}(\phi - \phi') \operatorname{cotg}(\phi + \phi') \cos z' \frac{\sin(\phi' - \phi''')}{2 \sin 2\phi'}. \quad (19)$$

Die Formeln (12) und (18) geben überhaupt die Relation, die zwischen ϕ und ω stattfinden mufs, damit $O^2 + E^2$ ein Minimum wird. Man kann darin ϕ als gegeben ansehen und daraus ω bestimmen. So haben wir es bis jetzt angesehen; man kann aber auch ω als gegeben ansehen und hieraus ϕ bestimmen. Diese letzte Bedeutung der Formel (12) ist von Interesse in Beziehung auf ihre Prüfung durch Beobachtungen bei dem particulären Falle, der in (19) dargestellt ist. Es soll also aus (19) der zu einem gegebenen ω gehörige Einfalls-Winkel ϕ bestimmt werden. Man kann in (19) für ϕ, ϕ' und $(\phi' - \phi''')$ die Werthe setzen, welche sich aus $\cos x' = 0$, d. i.

$$C \sin \phi' - A \cos \phi' \cos \omega = 0 \quad (20)$$

ergeben. Bezeichnet man den hieraus in (19) hervorgehenden Werth von $\cos x'$ durch $\cos(x')$, so hat man:

$$\frac{C \sin \phi' - A \cos \phi' \cos \omega}{\sqrt{1-\gamma'^2}} = \cos(x'), \quad (21)$$

woraus ϕ' und also ϕ gefunden wird. Bezeichnet man den aus (20) hervorgehenden Werth von ϕ' mit (ϕ') und den aus (21) mit $(\phi') + \xi$, wo ξ von der Ordnung $\cos(x')$, d. i. wegen (19) von der Ordnung $(\phi' - \phi''')$, so hat man bei Vernachlässigung der Potenzen von $(\phi' - \phi''')$

$$\xi = \frac{\sqrt{1-\gamma'^2}}{\gamma'} \cos(x').$$

Bezeichnet man den zu (ϕ') gehörigen Winkel ϕ mit (ϕ) und den zu $(\phi')+\xi$ gehörigen mit $(\phi)+\psi_{,}$, so hat man aus $\sin((\phi')+\xi) = \mu \sin((\phi)+\psi_{,})$

$$\psi_{,} = \frac{\cos(\phi')}{\mu \cos(\phi)} \xi_{,} = \frac{\sqrt{1-\gamma'^2}}{\mu\gamma'} \frac{\cos(\phi')}{\cos(\phi)} \cos(x').$$

Berücksichtigt man nun, dafs bis zu der hier gebrauchten Annäherung ist:

$$\sin(\phi'-\phi''') = \left(\frac{1-\gamma_{,}''^2}{1-\gamma''^2}\right) \sin(\phi'-\phi''),$$

so hat man endlich:

$$(22) \qquad \psi_{,} = \frac{\sqrt{1-\gamma_{,}''^2}}{2\mu\gamma'} \frac{\cos\phi' \cos z'}{\cos\phi \sin 2\phi'} \operatorname{tang}(\phi-\phi') \operatorname{cotg}(\phi+\phi') \sin(\phi'-\phi''),$$

wo für die respectiven ϕ die Werthe, welche sich aus (20) ergeben, zu setzen sind.

2) Wenn in (18) $P=0$ gesetzt wird, so wird, wie aus (18 *a.*) erhellt, $\cos Y''=0$ und man hat

$$\cos x' = \frac{(C\cos\phi - A\sin\phi\cos\omega)}{\sqrt{1-\gamma'^2}} \frac{\operatorname{tang}(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')} \frac{\sin(\phi'-\phi'')}{2}$$

oder, da wegen der Gleichung $\cos Y''=0$ man hat:

$$C\cos\phi - A\sin\phi\cos\omega = \gamma'\cos(\phi+\phi'),$$

so ist:

$$(23) \qquad \cos x' = \frac{\gamma'}{\sqrt{1-\gamma'^2}} \operatorname{tang}(\phi-\phi') \operatorname{cotg}(\phi+\phi') \frac{\sin(\phi'-\phi'')}{2}.$$

Hieraus kann man wiederum das zu einem gegebenen ω gehörige ϕ bestimmen. Bezeichnet man das durch (23) bestimmte ϕ mit $(\phi+\psi_{,,})$, wo ϕ sich bezieht auf das durch (20) bestimmte ϕ', für welches

$$\operatorname{tang}\phi' = \frac{A}{C}\cos\omega,$$

so findet man durch ähnliche Betrachtung, wie oben ψ' gefunden wurde:

$$\psi_{,,} = \frac{\sqrt{1-\gamma'^2}}{\mu\gamma'} \frac{\cos\phi'}{\cos\phi} \cos x',$$

wo für $\cos x'$ sein Werth aus (23) zu setzen ist. Es ist also:

$$\psi_{,,} = \frac{1}{2\mu} \frac{\cos\phi'}{\cos\phi} \operatorname{tang}(\phi - \phi') \operatorname{cotg}(\phi + \phi') \sin(\phi' - \phi''),$$

wo für ϕ und ϕ' die sich aus (20) ergebenden Werthe zu setzen sind. Vergleicht man $\psi_{,}$ mit $\psi_{,,}$ so sieht man, dafs man hat:

$$\psi_{,} = \psi_{,,} \frac{\sqrt{1-\gamma_{,}''^2}}{\gamma'} \frac{\cos z'}{\sin 2\phi'}.$$

Aus $\sqrt{1-\gamma_{,}'^2}\cos z' = -C\sin\phi' - A\cos\phi'\cos\omega$ und aus $C\sin\phi' - A\cos\omega\cos\phi' = 0$ findet man:

$$\frac{\sqrt{1-\gamma_{,}''^2}}{\gamma'} \frac{\cos z'}{\sin 2\phi'} = -\frac{\sqrt{1-\gamma_{,}''^2}}{\sqrt{1-\gamma_{,}'^2}},$$

und demnach kann man setzen, weil die Quadrate von $(\phi' - \phi'')$ vernachlässigt werden:

$$\psi_{,} + \psi_{,,} = 0.$$

§. 15.

Es sollen jetzt die in §. 2. aufgestellten Grundsätze angewandt werden auf krystallinische Medien mit zwei optischen Axen. Zu dem Ende werde ich erst die allgemeinen Formeln aufstellen, wodurch die Fortpflanzungs-Geschwindigkeiten der Wellen-Ebenen, die Richtungen ihrer Bewegungen und die Lage der ihnen angehörigen Strahlen bestimmt werden. Es seien μ, ν, π die Werthe der drei Elasticitäts-Axen, und zwar seien μ und π der kleinste und gröfste und ν der mittlere Werth. Das Coordinaten-System x, y, z legen wir parallel mit den Elasticitäts-Axen μ, ν, π. Die Gleichung der Fresnelschen Elasticitäts-Fläche ist demnach:

$$\rho^2 = \mu^2 a^2 + \nu^2 b^2 + \pi^2 c^2, \tag{1}$$

wo ρ ihren Radius vector bedeutet, und a, b, c die Cosinusse der Winkel, welche dieser mit den Elasticitäts-Axen bildet. Die beiderlei Fortpflanzungs-Geschwindigkeiten einer Wellen-Ebene, je nachdem sie eine gewöhnliche oder ungewöhnliche (*) ist, erhält man, wenn man diese Ebene durch den

(*) Anmerk. Der Sinn dieser uneigentlichen Benennung kann nur zweifelhaft sein, wenn die beiden optischen Axen gerade unter 90° gegeneinander geneigt sind. Ich nenne nämlich die gewöhnliche Wellen-Ebene diejenige, welche es im eigentlichen Sinne des Wortes werden würde, wenn man sich den spitzen Winkel der optischen Axen verkleinert bis auf 0° denkt.

Mittelpunkt der Elasticitäts-Fläche legt und den gröfsten und kleinsten Radius dieses Schnittes bestimmt. Wenn α, β, γ die Cosinusse der Neigungen der Normale der Wellen-Ebene gegen die Elasticitäts-Axen μ, ν, π bedeuten, so ist v der gröfste oder kleinste Radius des Schnittes, bestimmt durch folgende Gleichung:

$$(2) \qquad \frac{\alpha^2}{v^2-\mu^2}+\frac{\beta^2}{v^2-\nu^2}+\frac{\gamma^2}{v^2-\pi^2}=o.$$

Ich werde die beiden Wurzeln dieser quadratischen Gleichung mit o und e bezeichnen, so dafs also o oder e die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit einer Wellen-Ebene bezeichnet, die parallel mit $\alpha x+\beta y+\gamma z=o$ ist, je nachdem sie eine gewöhnliche oder ungewöhnliche ist. Die Richtung der Bewegung in dieser Wellen-Ebene steht senkrecht auf demjenigen Radius vector ihres Schnittes mit der Elasticitäts-Fläche, durch welchen ihre Fortpflanzungs-Geschwindigkeit ausgedrückt ist. Man findet für die Cosinusse o_1, o_2, o_3 der Winkel, welche die Richtung der Bewegung in der Wellen-Ebene $\alpha x+\beta y+\gamma z=o$ mit den Elasticitäts-Axen bildet, in dem Falle, dafs sie eine gewöhnliche ist:

$$(3) \qquad o_1=\frac{\alpha}{(e^2-\mu^2)\,E}, \quad o_2=\frac{\beta}{(e^2-\nu^2)\,E}, \quad o_3=\frac{\gamma}{(e^2-\pi^2)\,E},$$

wo der Kürze halber gesetzt ist:

$$E=\sqrt{\left(\frac{\alpha}{e^2-\mu^2}\right)^2+\left(\frac{\beta}{e^2-\nu^2}\right)^2+\left(\frac{\gamma}{e^2-\pi^2}\right)^2}.$$

Bezeichnet man die entsprechenden Cosinusse in dem Falle, dafs die Wellen-Ebene $\alpha x+\beta y+\gamma z=o$ eine ungewöhnliche ist, durch e_1, e_2, e_3, so hat man:

$$(4) \qquad e_1=\frac{\alpha}{(o^2-\mu^2)\,O}, \quad e_2=\frac{\beta}{(o^2-\nu^2)\,O}, \quad e_3=\frac{\gamma}{(o^2-\pi^2)\,O},$$

wo man für O hat:

$$O = \sqrt{\left(\frac{\alpha}{o^2-\mu^2}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{o^2-\nu^2}\right)^2 + \left(\frac{\gamma}{o^2-\pi^2}\right)^2}.$$

Diese Werthe (3) und (4) ergeben sich leicht aus denjenigen Ausdrücken, welche ich in meiner Abhandlung über die doppelte Strahlenbrechung (*Pogg. Ann.* Bd. XXV. p. 445) gegeben habe.

An einem andern Orte (*Pogg. Ann.* Bd. XXXIII.) habe ich gezeigt, dafs die Wurzeln o und e der Gleichung (2) einen sehr einfachen Ausdruck erhalten, wenn man die Lage der Ebene $\alpha x + \beta y + \gamma z = o$ auf die optischen Axen bezieht, d. h. auf die Normalen der Kreisschnitte der Elasticitäts-Fläche. Bildet nämlich die Wellen-Ebene mit dessen Axen die Winkel $90 - u$ und $90 - u'$, so ist:

$$\begin{aligned} o^2 &= \mu^2 - (\mu^2 - \pi^2)\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right) = \frac{\mu^2+\pi^2}{2} - \frac{\mu^2-\pi^2}{2}\cos(u-u') \\ e^2 &= \mu^2 - (\mu^2 - \pi^2)\sin^2\left(\frac{u+u'}{2}\right) = \frac{\mu^2+\pi^2}{2} - \frac{\mu^2-\pi^2}{2}\cos(u+u'). \end{aligned} \tag{5}$$

Der zur Wellen-Ebene $\alpha x + \beta y + \gamma z = o$ gehörige Strahl ist die Linie, in welcher sich der Durchschnittspunkt dieser Wellen-Ebene mit anderen Wellen-Ebenen: $\alpha' x + \beta' y + \gamma' z = o$, die in ihrer Richtung nur unendlich wenig verschieden von der erstern sind, bewegt. Diese Richtung fällt in krystallinischen Medien nicht mit der Normale der Wellen-Ebene $\alpha x + \beta y + \gamma z = o$ zusammen, weil mit der Richtung der Wellen-Ebenen sich zugleich die Fortpflanzungs-Geschwindigkeiten ändern. Es sei $\alpha x + \beta y + \gamma z = o$ eine ungewöhnliche Wellen-Ebene, und nach Verlauf der Einheit der Zeit sei ihre Lage gegeben durch

$$\alpha x + \beta y + \gamma z = e. \tag{a}$$

Die Lage zweier andern unendlich wenig der Richtung nach verschiedenen ebenen Wellen wird man erhalten, wenn man diese Gleichung nach einander einmal nach α und dann nach β differentiirt:

$$x + \frac{\partial \gamma}{\partial \alpha} z = \frac{\partial e}{\partial \alpha} \tag{b}$$

$$y + \frac{\partial \gamma}{\partial \beta} z = \frac{\partial e}{\partial \beta}. \tag{c}$$

Eine Linie vom Mittelpunkt $x = o$, $y = o$, $z = o$ nach dem von $\partial \alpha$ und $\partial \beta$ unabhängigen Durchschnittspunkt der drei Ebenen a, b, c ist die Richtung

des Strahls, welcher zur ungewöhnlichen Wellen-Ebene $\alpha x + \beta y + z = o$ gehört. Man mufs die Differentiale nach $\partial\alpha$ und $\partial\beta$ eliminiren.

Die Differential-Quotienten von γ erhält man aus der Bedingung $\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$:

$$\text{(d)} \qquad \frac{\partial\gamma}{\partial\alpha} = -\frac{\alpha}{\gamma}, \quad \frac{\partial\gamma}{\partial\beta} = -\frac{\beta}{\gamma}$$

und die Werthe der Differential-Quotienten von e findet man durch Differentiation der Gleichung (2) in welcher $v = e$ ist, so dafs also

$$\text{(e)} \qquad \frac{\alpha^2}{e^2 - \mu^2} + \frac{\beta^2}{e^2 - \nu^2} + \frac{\gamma^2}{e^2 - \pi^2} = o.$$

Differentiirt man diese Gleichung nach α, setzt statt $\frac{\partial\gamma}{\partial\alpha}$ seinen Werth aus (d) und setzt nach (3)

$$\text{(f)} \qquad \left(\frac{\alpha}{e^2 - \mu^2}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{e^2 - \nu^2}\right)^2 + \left(\frac{\gamma}{e^2 - \pi^2}\right)^2 = E^2,$$

so erhält man:

$$\text{(g)} \qquad eE^2 \frac{\partial e}{\partial\alpha} = \frac{\alpha}{e^2 - \mu^2} - \frac{\alpha}{e^2 - \pi^2}$$

und ganz ähnlich findet man

$$\text{(h)} \qquad eE^2 \frac{\partial e}{\partial\beta} = \frac{\beta}{e^2 - \nu^2} - \frac{\beta}{e^2 - \pi^2}.$$

Werden die Werthe aus (d) und aus (g) und (h) in (b) und (c) substituirt, so verwandeln sich diese in

$$\text{(i)} \qquad x - \frac{\alpha}{\gamma} z = \alpha\left(\frac{1}{e^2 - \mu^2} - \frac{1}{e^2 - \pi^2}\right)\frac{1}{E^2 e}$$

$$\text{(k)} \qquad y - \frac{\beta}{\gamma} z = \beta\left(\frac{1}{e^2 - \nu^2} - \frac{1}{e^2 - \pi^2}\right)\frac{1}{E^2 e}.$$

Fügt man noch hinzu:

$$\text{(l)} \qquad z - z = o$$

und multiplicirt die Gleichungen (i) (k) (l) respective mit α, β, γ und addirt sie, so ist die Summe:

$$\text{(m)} \quad \alpha x + \beta y + \gamma z - \frac{z}{\gamma} = \left\{\frac{\alpha^2}{e^2 - \mu^2} + \frac{\beta^2}{e^2 - \nu^2} - \frac{\alpha^2 + \beta^2}{e^2 - \pi^2}\right\}\frac{1}{E^2 e}.$$

Es ist aber nach (a)

$$\alpha x + \beta y + \gamma z = e,$$

und nach (b)

$$\frac{\alpha^2}{e^2-\mu^2}+\frac{\beta^2}{e^2-\nu^2}+\frac{\gamma^2}{e^2-\pi^2}=o.$$

Dies berücksichtigend findet man aus (m)

$$z=\left\{e+\frac{1}{E^2\,e(e^2-\pi^2)}\right\}\gamma.$$

Dieser Werth in (i) und (k) substituirt, giebt die Werthe von x und y. Es ist also, wenn die Ordinaten des Durchschnittspunktes mit x_e, y_e, z_e bezeichnet werden, um anzudeuten, dafs er zu einem System ungewöhnlicher Wellen-Ebenen gehört:

$$\begin{aligned} x_e &= \alpha\left\{e+\frac{1}{E^2\,e(e^2-\mu^2)}\right\}\\ y_e &= \beta\left\{e+\frac{1}{E^2\,e(e^2-\nu^2)}\right\}\\ z_e &= \gamma\left\{e+\frac{1}{E^2\,e(e^2-\pi^2)}\right\}. \end{aligned}\tag{6}$$

In derselben Zeit, in welcher die Wellen-Ebene den Weg c durchläuft, durchläuft der ihr zugehörige Strahl den Weg $\sqrt{x_e^2+y_e^2+z_e^2}$, den wir $=r_e$ setzen wollen. Die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit des Strahls ist also r_e; man findet, indem man die Quadrate der drei Gleichungen (6) addirt, dabei die Gleichung (e) berücksichtigt und bedenkt, dafs wegen (f)

$$\frac{1}{E^4\,e^2}\left\{\frac{\alpha^2}{(e^2-\mu^2)^2}+\frac{\beta^2}{(e^2-\nu^2)^2}+\frac{\gamma^2}{(e^2-\pi^2)^2}\right\}=\frac{1}{E^2\,e}$$

ist:

$$r_e^2=e^2+\frac{1}{e^2\,E^2}. \tag{7}$$

Die Cosinusse der Winkel $(S_e\,a)$, $(S_e\,b)$, $S_e\,c)$, welche der Strahl mit den drei Elasticitäts-Axen bildet, sind:

$$\cos(S_e\,a)=\frac{x_e}{r_e},\qquad \cos(S_e\,b)=\frac{y_e}{r_e},\qquad \cos(S_e\,c)=\frac{z_e}{r_e}. \tag{8}$$

Wenn die Wellen-Ebene $\alpha x+\beta y+\gamma z=o$ eine gewöhnliche ist, so geben ganz dieselben Betrachtungen für die Componenten der Geschwindigkeit des ihr zugehörigen Strahls nach den drei Elasticitäts-Axen:

$$(9)\qquad \begin{aligned} x_o &= \alpha\left(o + \frac{1}{O^2\, o\,(o^2-\mu^2)}\right)\\ y_o &= \beta\left(o + \frac{1}{O^2\, o\,(o^2-\nu^2)}\right)\\ z_o &= \gamma\left(o + \frac{1}{O^2\, o\,(o^2-\pi^2)}\right) \end{aligned}$$

und für die Geschwindigkeit selbst:

$$(10)\qquad r_o^2 = o^2 + \frac{1}{o^2 O^2}.$$

Mittelst dieser Formeln kann also immer, wenn eine Wellen-Ebene gegeben ist, der ihr zugehörige Strahl gefunden werden (*).

Jetzt werde ich mich mit dem umgekehrten Problem beschäftigen, nämlich, wenn der Strahl gegeben ist, die ihm zugehörige Wellen-Ebene zu finden.

Aus der Gleichung (10) findet man, indem von beiden Seiten μ^2 abgezogen wird:

$$(11)\qquad r_o^2 - \mu^2 = \frac{o^2 O^2 (o^2 - \mu^2) + 1}{o^2 O^2},$$

während man aus (9) erhält:

$$x_o = \frac{\alpha(O^2 o^2 (o^2-\mu^2) + 1)}{O^2\, o\,(o^2-\mu^2)}.$$

Dividirt man diese Gleichung durch die vorhergehende, so erhält man:

$$\frac{x_o}{r_o^2-\mu^2} = \frac{\alpha\, o}{o^2-\mu^2}.$$

(*) Anmerkung. Aus den Gleichungen (6) oder (9) kann man leicht α, β, γ, und die Geschwindigkeit der Wellen-Ebene bestimmen und diese Werthe in (e) gesetzt, geben eine Gleichung zwischen x, y, z. Dies ist die Gleichung der Wellen-Oberfläche. Es ist der Herr Doctor Senf, jetzt in Dorpat, der zuerst diesen höchst einfachen und eleganten Calcul, um zu dieser Gleichung zu gelangen, angewendet hat. Fresnel hielt seine deshalb angestellte Rechnung nicht für darstellbar, und Herrn Ampère's Arbeit über diesen Gegenstand (*Annales de chimie* T. XXXIX.) wird man jetzt gerne entbehren. Herr Dr. Senf hat auch zuerst die der Gleichung der Wellen-Oberfläche angemessene Form gefunden, nämlich:

$$\frac{\mu^2 x^2}{r^2-\mu^2} + \frac{\nu^2 y^2}{r^2-\nu^2} + \frac{\pi^2 z^2}{r^2-\pi^2} = o.$$

Aus dieser Form ergiebt sich sogleich die von Fresnel angegebene Construction der Wellen-Oberfläche mittelst des Ellipsoids, welches um die Axen der Elasticitäts-Fläche beschrieben ist.

Man erhält zwei ähnliche Gleichungen, wenn man x, α, μ vertauscht einmal mit y, β, ν und dann mit z, γ, π. Man hat also:

$$\frac{x_o}{r_o^2-\mu^2}=\frac{\alpha o}{o^2-\mu^2},\quad \frac{y_o}{r_o^2-\nu^2}=\frac{\beta o}{o^2-\nu^2},\quad \frac{z_o}{r_o^2-\pi^2}=\frac{\gamma o}{o^2-\pi^2}. \tag{12}$$

Addirt man die Quadrate dieser Gleichungen zusammen und setzt:

$$\left(\frac{x_o}{r_o^2-\mu^2}\right)^2+\left(\frac{y_o}{r_o^2-\nu^2}\right)^2+\left(\frac{z_o}{r_o^2-\pi^2}\right)^2=S_o^2, \tag{13}$$

so hat man:

$$S_o^2=o^2\,O^2. \tag{14}$$

Setzt man diesen Werth in (10), so ist also:

$$o^2=r_o^2-\frac{1}{S_o^2}. \tag{15}$$

Durch diese Gleichung ist also aus der Lage und Fortpflanzungs-Geschwindigkeit des Strahls die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Wellen-Ebene gefunden. Aus (14) und (12) erhält man die Cosinusse der Neigung der Normale der Wellen-Ebene gegen die Elasticitäts-Axen, nämlich:

$$\begin{aligned} o\alpha &= x_o\left(1-\frac{1}{r_o^2-\mu^2\,S_o^2}\right)\\ o\beta &= y_o\left(1-\frac{1}{r_o^2-\nu^2\,S_o^2}\right)\\ o\gamma &= z_o\left(1-\frac{1}{r_o^2-\pi^2\,S_o^2}\right). \end{aligned} \tag{16}$$

Ganz ähnliche Werthe erhält man, wenn der Strahl ein ungewöhnlicher ist, indem man überall o mit e vertauscht, und statt S_o setzt S_e, wo S_e durch die Gleichung (13) gegeben wird, wenn in ihr, statt des Index o überall der Index e gesetzt wird.

Dividirt man die Gleichungen (12) durch die Gleichung (14), nämlich durch $S_o=oO$ und berücksichtigt die Gleichungen (4), so findet man die Cosinusse e_1, e_2, e_3 der Richtung der Bewegung in einem ungewöhnlichen Strahle bestimmt durch seine Richtung nämlich:

$$\begin{aligned} e_1 &= \frac{x_o}{(r_o^2-\mu^2)S_o}\\ e_2 &= \frac{y_o}{(r_o^2-\nu^2)S_o}\\ e_3 &= \frac{z_o}{(r_o^2-\pi^2)S_o}. \end{aligned} \tag{17}$$

Eben so erhält man die Cosinusse der Winkel, welche die Richtung der Bewegung in einem gewöhnlichen Strahl mit den Elasticitäts-Axen bilden, bestimmt durch die Cosinusse des Strahls selbst:

$$(18)\qquad o_1 = \frac{x_e}{(r_e^2 - \mu^2) S_e}$$

$$o_2 = \frac{y_e}{(r_e^2 - \nu^2) S_e}$$

$$o_3 = \frac{z_e}{(r_e^2 - \pi^2) S_e}.$$

Für den Cosinus des Winkels, den ein Strahl, wenn er ein gewöhnlicher ist, mit der Richtung seiner Bewegung macht, hat man:

$$\frac{o_1 x_o + o_2 y_o + O_3 z_o}{r_o}.$$

Setzt man hierin die Werthe für o_1, o_2, o_3 aus (3) und für x_o, y_o, z_o aus (9) und berücksichtigt, dafs

$$\frac{\alpha^2}{e^2 - \mu^2} + \frac{\beta^2}{e^2 - \nu^2} + \frac{\gamma^2}{e^2 - \pi^2} = o$$

und dafs:

$$\left\{\frac{\alpha^2}{(e^2-\mu^2)(o^2-\mu^2)} + \frac{\beta^2}{(e^2-\nu^2)(o^2-\nu^2)} + \frac{\gamma^2}{(e^2-\pi^2)(o^2-\pi^2)}\right\}\frac{1}{OE} = o,$$

weil dies der Cosinus der Neigung der beiden durch o_1, o_2, o_3 und e_1, e_2, e_3 bestimmten Richtungen ist, diese aber rechtwinklig gegen einander geneigt sind, dann findet man:

$$(18.\ b)\qquad o_1 x_o + o_2 y_o + o_3 z_o = o,$$

woraus folgt, dafs der gewöhnliche Strahl immer senkrecht auf der Richtung seiner Bewegung ist. Man findet ebenso:

$$(18.\ c)\qquad e_1 x_e + e_2 y_e + E_3 z_E = o.$$

Also sowohl der gewöhnliche als ungewöhnliche Strahl stehen senkrecht auf der Richtung ihrer Bewegung. Für optisch einaxige Krystalle ist dieses schöne Theorem, welches im Widerspruch steht mit einer Behauptung der Fresnelschen Theorie, eine aus der einfachen geometrischen Construction der Wellen-Ebene und des Strahls sich ergebende Folgerung aus der von uns angenommenen Definition der Polarisations-Ebene.

Sowohl die Formeln, durch welche die zu einer Wellen-Ebene gehörigen Strahlen bestimmt sind, als diejenigen, wodurch die zu einem Strahle gehörigen Wellen-Ebenen bestimmt sind, werden in einigen Fällen unbestimmt. Diese Fälle werde ich discutiren, und dies wird mich auf eine sehr einfache Weise zu den beiden schönen Theoremen von Hamilton (*Pogg. Ann.* Bd. XXVIII.) über die konische Refraction führen. Ich werde mich zu dem Ende mit den Formeln (12) beschäftigen, in ihnen aber den Index o fortlassen und statt der Geschwindigkeit o setzen v, wo v sowohl die gewöhnliche als ungewöhnliche Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Wellen-Ebenen bezeichnen soll, eben so wie r ohne Index die beiderlei Fortpflanzungs-Geschwindigkeiten der Strahlen bedeuten soll, so aber, dafs r und v zugleich die gewöhnlichen Geschwindigkeiten oder zugleich die ungewöhnlichen Geschwindigkeiten bezeichnen.

Die Relationen in (12) sind also:

$$\frac{x}{r^2-\mu^2} = \frac{\alpha v}{v^2-\mu^2}$$
$$\frac{y}{r^2-\nu^2} = \frac{\beta v}{v^2-\nu^2} \qquad (19)$$
$$\frac{z}{r^2-\pi^2} = \frac{\gamma v}{v^2-\pi^2}.$$

Wenn man hierin $\beta = o$ setzt und zugleich α und γ so bestimmt, dafs $v = \nu$ wird, so wird der Werth von $y = \frac{o}{o}$, und man mufs schliefsen, weil β und $v - \nu$ von einander unabhängig $= o$ werden, dafs y keinen bestimmten, sondern sehr viele Werthe hat, nämlich alle diejenigen Werthe, welche der ersten und dritten der Gleichungen (19) genügen. Durch diese beiden Gleichungen wird aber eine Curve bestimmt und es gehören also alle Strahlen, welche vom Mittelpunkt der Coordinaten nach dieser Curve gezogen sind, zu einer und derselben Wellen-Ebene, nämlich derjenigen, für welche $\beta = o$ und $\nu = v$; zu dieser Wellen-Ebene gehört also nicht ein Strahlen-Paar, sondern ein Strahlen-Kegel. Diese Wellen-Ebene, für welche $\beta = o$ und $\nu = v$, ist parallel mit dem Kreisschnitt der Elasticitäts-Fläche. Man erhält die ihr angehörigen Werthe von α und γ, wenn in (2) $\beta = o$ gesetzt wird, wodurch man erhält:

$$\frac{\alpha^2}{v^2-\mu^2} + \frac{\gamma^2}{v^2-\pi^2} = o,$$

und hierin α und β so bestimmt werden, dafs $v = \nu$ ist. Man findet:

$$(20) \qquad \alpha = \sqrt{\frac{\nu^2 - \mu^2}{\pi^2 - \mu^2}} \qquad \gamma = \sqrt{\frac{\pi^2 - \nu^2}{\pi^2 - \mu^2}}.$$

Setzt man diese Werthe in die erste und dritte der Gleichungen (19) und den Werth für $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$, so ist:

$$(21) \qquad \begin{aligned} x &= (x^2 + y^2 + z^2 - \mu^2) \frac{\nu}{\sqrt{(\pi^2 - \mu^2)(\nu^2 - \mu^2)}} \\ z &= -(x^2 + y^2 + z^2 - \pi^2) \frac{\nu}{\sqrt{(\pi^2 - \mu^2)(\pi^2 - \nu^2)}}, \end{aligned}$$

woraus sich ergiebt, dafs die Curve ein Kreis ist. Die Ebene dieses Kreises steht senkrecht auf der Coordinaten-Ebene $y = o$, sein Mittelpunkt liegt in dieser Ebene, und nennt man die Coordinaten der beiden Durchschnitts-punkte der Coordinaten-Ebene $y = o$ mit dem Kreise: x', z' und x'', z'', so ist:

$$x' = \nu \sqrt{\frac{\nu^2 - \mu^2}{\pi^2 - \mu^2}} \qquad x'' = \frac{\pi^2}{\nu} \sqrt{\frac{\nu^2 - \mu^2}{\pi^2 - \mu^2}}$$

$$z' = \nu \sqrt{\frac{\pi^2 - \nu^2}{\pi^2 - \mu^2}} \qquad z'' = \frac{\mu^2}{\nu} \sqrt{\frac{\pi^2 - \nu^2}{\pi^2 - \mu^2}}.$$

Der Durchmesser des Kreises ist also:

$$\sqrt{(x' - x'')^2 + (z' - z'')^2} = \frac{1}{\nu} \sqrt{(\pi^2 - \nu^2)(\nu^2 - \mu^2)} = 2R.$$

Die vom Mittelpunkt der Coordinaten nach dem Durchschnittspunkt (x', y', z') gezogene Linie steht senkrecht auf demjenigen Durchmesser des Kreises, der von diesem Durchschnittspunkt nach dem Durchschnittspunkt (x'', y'', z'') gezogen wird, und ist also auch senkrecht auf der Ebene des Kreises. Aus der Vergleichung mit (20) ergiebt sich, dafs diese vom Mittelpunkt nach x', y', z' gezogene Linie zugleich die Normale der dem Strahlenkegel zugehörigen Wellen-Ebene ist, d. i. die optische Axe.

Die Entfernung des Durchschnittspunktes x', y', z' vom Mittelpunkt ist $= \nu$. Man kann hieraus also den Strahlen-Kegel construiren, welcher zu der dem Kreisschnitt der Elasticitäts-Fläche parallelen Wellen-Ebene gehört. Benennt man die durch α und γ in (20) bestimmte Neigung gegen die Axe π mit n, wo also n die halbe Neigung der optischen Axen ist, so ist:

$$\sin n = \sqrt{\frac{\nu^2-\mu^2}{\pi^2-\mu^2}} \qquad \cos n = \sqrt{\frac{\pi^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2}}. \tag{22}$$

Führt man diesen Winkel in den Ausdruck für den Durchmesser ein, so erhält man:

$$2R = \frac{1}{\nu}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\sin 2n.$$

Legt man durch die optische Axe eine Ebene mit der Neigung ω gegen die Ebene durch die beiden optischen Axen, so ist die Sehne, welche in dem Kreise (21) durch diese Ebene abgeschnitten wird, $\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu}\sin 2n\cos\omega$, und also, wenn die Neigung der Seite des Kegels in dieser Ebene gegen die optische Axe durch q bezeichnet wird:

$$\tang q = \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\cos\omega. \tag{23}$$

Dies ist die einfachste Form der Gleichung des Strahlen-Kegels.

Setzt man in (19) $y = o$ und $r = \nu$, d. h. nimmt man an, der Strahl bewege sich in der Richtung der Normale eines Kreisschnittes des Ellipsoids, wodurch Fresnel die Geschwindigkeiten der Strahlen construirt hat, so wird $\beta = \frac{o}{o}$, was man auch hier so auszulegen hat, dafs β alle mögliche Werthe haben kann, wenn nur der ersten und dritten der Gleichungen (19) Genüge geschieht. Wenn $y = o$ und $r = \nu$ ist, so findet man:

$$x = \pi\sqrt{\frac{\nu^2-\mu^2}{\pi^2-\mu^2}} = \nu\sqrt{\frac{\frac{1}{\mu^2}-\frac{1}{\nu^2}}{\frac{1}{\mu^2}-\frac{1}{\pi^2}}} \quad\text{und}\quad z = \mu\sqrt{\frac{\pi^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2}} = \nu\sqrt{\frac{\frac{1}{\nu^2}-\frac{1}{\pi^2}}{\frac{1}{\mu^2}-\frac{1}{\pi^2}}}. \tag{24}$$

Substituirt man in der ersten und dritten der Gleichungen (19) diese Werthe für x, z und r und setzt man zugleich $\alpha v = x'$, $\beta v = y'$, $\gamma v = z'$, wo also x', y', z' die Coordinaten des Durchschnittspunktes sind, der zum Strahle $y = o$ und $r = \nu$ gehörigen Wellen-Ebene mit ihrer vom Mittelpunkt auf sie gefällte Perpendicul, so erhält man:

$$x' = \frac{\pi(v^2-\mu^2)}{\sqrt{(\nu^2-\mu^2)(\pi^2-\mu^2)}} \qquad z' = -\frac{\mu(v^2-\pi^2)}{\sqrt{(\pi^2-\nu^2)(\pi^2-\mu^2)}}, \tag{25}$$

wo $v = x'^2+y'^2+z'^2$ ist. Die durch diese Gleichungen bestimmte Curve ist ein Kreis, dessen Ebene parallel ist mit der Axe y und dessen Mittelpunkt

in der Ebene (x, z). Es seien die Coordinaten der Durchschnittspunkte dieser Ebene mit dem Kreise x'', z'' und x''', z''', so ist:

$$(26)\quad \begin{aligned} x'' &= \frac{\mu^2 \pi \sqrt{(\nu^2-\mu^2)(\pi^2-\mu^2)}}{\mu^2(\nu^2-\mu^2)+\pi^2(\pi^2-\nu^2)} & \qquad x''' &= \pi \sqrt{\frac{\nu^2-\mu^2}{\pi^2-\mu^2}} \\ z'' &= \frac{\pi^2 \mu \sqrt{(\pi^2-\nu^2)(\pi^2-\mu^2)}}{\mu^2(\nu^2-\mu^2)+\pi^2(\pi^2-\nu^2)} & \qquad z''' &= \mu \sqrt{\frac{\pi^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2}}. \end{aligned}$$

Man erhält hieraus den Durchmesser des Kreises:

$$2R = \sqrt{(x''-x''')^2+(z''-z''')^2} = \sqrt{\frac{(\pi^2-\nu^2)(\nu^2-\mu^2)}{\pi^2+\mu^2-\nu^2}}.$$

Die vom Mittelpunkt der Coordinaten nach x'', y'', z'' gezogene Linie steht senkrecht auf dem Durchmesser zwischen x'', y'', z'' und x''', y''', z''' und ihre Länge ist: $\frac{\mu\pi}{\sqrt{\mu^2+\pi^2-\nu^2}}$; die vom Mittelpunkte der Coordinaten nach x''', y''', z''' gezogene Linie fällt zusammen mit der Normale des Kreisschnittes des Fresnelschen Ellipsoids und ihre Länge ist $=\nu$. Die vom Mittelpunkt der Coordinaten nach der Peripherie des, dem Gesagten zufolge leicht zu construirenden Kreises gezogenen Linien bilden einen elliptischen Kegel, welcher der Ort der Normalen der Wellen-Ebenen ist, welche zu dem Strahl senkrecht auf den Kreisschnitt des Ellipsoids gehören. Beziehen wir diesen Kegel auf ein ähnliches Coordinations-System, wie vorher den Kegel (23). Es sei (q) die Neigung einer Seite dieses Kegels gegen die vom Mittelpunkt nach x'', y'', z'' gehende Seite und ω der Winkel, unter welchen die durch diese zwei Seiten gelegte Ebene gegen die Ebene der beiden optischen Axen geneigt ist, so ist:

$$\operatorname{tang}(q) = \cos\omega \sqrt{\frac{(\pi^2-\nu^2)(\nu^2-\mu^2)}{\pi^2 \mu^2}} = \nu^2 \cos\omega \sqrt{\left(\frac{1}{\nu^2}-\frac{1}{\pi^2}\right)\left(\frac{1}{\mu^2}-\frac{1}{\nu^2}\right)}.$$

Benennt man die Winkel, unter welchen die vom Mittelpunkte nach x''' und y''' gehende Seite gegen die Axe π geneigt ist mit (n), wo also $2(n)$ die Neigung der Normalen der Kreisschnitte des Ellipsoids ist, so ist, wie aus (24) erhellt:

$$(27)\quad \begin{aligned} \sin(n) &= \sqrt{\frac{\frac{1}{\mu^2}-\frac{1}{\nu^2}}{\frac{1}{\mu^2}-\frac{1}{\pi^2}}} \\ \cos(n) &= \sqrt{\frac{\frac{1}{\nu^2}-\frac{1}{\pi^2}}{\frac{1}{\mu^2}-\frac{1}{\pi^2}}} \end{aligned}$$

Dies in tang (q) substituirt, giebt:

$$\text{tang}\,(q) = \nu^2 \left(\frac{\frac{1}{\mu^2} - \frac{1}{\pi^2}}{2}\right) \sin 2(n) \cos \omega. \tag{28}$$

Die verschiedenen Brechungs-Coefficienten des längs der Normale des Kreisschnittes des Ellipsoids sich bewegenden Strahls stellen die in 1 dividirten Linien vor, welche vom Mittelpunkte nach der Peripherie des Kreises (25) gezogen sind, d. i. $\frac{1}{\nu}$. Man findet:

$$v^2 = \nu^2 + \left(\frac{\pi^2 - \mu^2}{\pi^2}\right)^2 \sin^2 n \cos^2 n \cos^2 \omega, \tag{29}$$

woraus man ersieht, dafs die Brechungs-Coefficienten bis auf die zweite Potenz des Unterschieds der gröfsten und kleinsten Elasticitäts-Axe constant sind. Die Herleitung der Gleichung (29) geschieht am einfachsten auf folgende Weise. Man erhält aus (25)

$$-\frac{x'}{z'} = \frac{\pi}{\mu} \frac{v^2 - \mu^2}{v^2 - \pi^2} \sqrt{\frac{\pi^2 - v^2}{v^2 - \mu^2}} = \frac{\pi}{\mu} \frac{v^2 - \mu^2}{v^2 - \pi^2} \cot g\, n. \tag{30}$$

Legt man durch die Seite des Kegels, welche durch (28) bestimmt ist, eine Ebene senkrecht auf der Ebene der beiden optischen Axen und nennt den Winkel, den die Durchschnitts-Linie beider Ebenen bildet mit der Linie, welche von dem Mittelpunkt der Coordinaten nach x'', z'' in (26) gezogen ist, α, und setzt man ferner $\frac{x''}{z''} = \text{tang}\, p$, wo x'' und z'' die in (26) bestimmten Werthe haben, so erhält man für $\frac{x'}{z'}$ in (30) noch einen Ausdruck, nämlich:

$$\frac{x'}{z'} = \text{tang}\,(p + \alpha).$$

Man hat aus (26) $\text{tang}\, p = \frac{\mu}{\pi} \text{tang}\, n$, wo n die halbe Neigung der optischen Axen; aufserdem hat man $\text{tang}\, \alpha = \cos \omega\, \text{tang}\,(q)$, wo für $\cos\,(q)$ sein Werth aus (28) zu setzen ist, und wo ω dieselbe Bedeutung wie in (28) hat. Setzt man diesen Werth für p, α und (q) in $\text{tang}\,(p+\alpha)$ und den sich ergebenden Ausdruck statt $\frac{x'}{z'}$ in (30), so findet man den in (29) angegebenen Ausdruck.

Indem man die Lage der Wellen-Ebenen auf die optischen Axen bezieht, statt sie auf die Elasticitäts-Axen zu beziehen, erhält man für mehrere der obigen Formeln sehr einfache Ausdrücke, die, da sie im Folgenden von Nutzen sein werden, ich hier angeben werde. Wenn u und u' die Winkel sind, welche die Normale der Wellen-Ebene mit den beiden optischen Axen

bildet, d. h. den Normalen der Kreisschnitte der Elasticitäts-Fläche, während wie oben α, β, γ die Cosinusse der Neigung der Wellen-Normale gegen die Axen x, y, z bedeuten, so ist:

$$\alpha = \sin\left(\frac{u+u'}{2}\right)\sin\left(\frac{u-u'}{2}\right)\sqrt{\frac{\pi^2-\mu^2}{\nu^2-\mu^2}}$$

$$\gamma = \cos\left(\frac{u+u'}{2}\right)\cos\left(\frac{u-u'}{2}\right)\sqrt{\frac{\pi^2-\mu^2}{\pi^2-\nu^2}}.$$

Man hat nach (5): $o^2 = \mu^2 + (\pi^2-\mu^2)\sin^2\left(\frac{u'-u}{2}\right)$ und hieraus also:

$$o^2-\mu^2 = (\pi^2-\mu^2)\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)$$

$$o^2-\nu^2 = \mu^2-\nu^2+(\pi^2-\mu^2)\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right) = \pi^2-\nu^2-(\pi^2-\mu^2)\cos^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)$$

$$o^2-\pi^2 = \qquad -(\pi^2-\mu^2)\cos^2\left(\frac{u-u'}{2}\right).$$

Setzt man diese Werthe in den Ausdruck für O^2 in (4), nämlich in:

$$O^2 = \left(\frac{\alpha}{o^2-\mu^2}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{o^2-\nu^2}\right)^2 + \left(\frac{\gamma}{o^2-\pi^2}\right)^2,$$

so erhält man, wenn man mit $(\pi^2-\mu^2)$ die Gleichung multiplicirt:

$$(\pi^2-\mu^2)^2 O^2 = \frac{\sin^2\left(\frac{u+u'}{2}\right)}{\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{\nu^2-\mu^2}$$

$$+\frac{1-\sin^2\left(\frac{u+u'}{2}\right)\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)\left(\frac{\pi^2-\mu^2}{\nu^2-\mu^2}\right)-\cos^2\left(\frac{u+u'}{2}\right)\cos^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)\frac{\pi^2-\mu^2}{\pi^2-\nu^2}}{\left(\frac{o^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2}\right)^2} + \frac{\cos^2\left(\frac{u+u'}{2}\right)}{\cos^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{\pi^2-\nu^2}.$$

Bringt man den zweiten Theil dieser Gleichung unter gleichen Nenner, so aber, dafs man das erste Glied multiplicirt mit $\frac{o^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2} = \frac{\mu^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2} + \sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)$ und das dritte mit $\frac{o^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2} = \frac{\pi^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2} - \cos^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)$, so erhält man nach einigen Reductionen:

$$O^2(\pi^2-\mu^2)^2 =$$

$$\frac{(\pi^2-\nu^2)\cos^2\left(\frac{u+u'}{2}\right)\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)+(\nu^2-\mu^2)\sin^2\left(\frac{u+u'}{2}\right)\cos^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)+(\mu^2-\pi^2)\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)\cos^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)}{(\pi^2-\mu^2)\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)\cos^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)\left(\frac{\mu^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2}+\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)\right)^2}.$$

Der Zähler dieses Bruchs löst sich in folgende zwei Factoren auf:

$$\left(\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)-\sin^2\left(\frac{u+u'}{2}\right)\right)\left(\mu^2-\nu^2+(\pi^2-\mu^2)\sin^2\left(\frac{u'-u}{2}\right)\right)$$

und man erhält also:

$$O^2(\pi^2-\mu^2)^2=\frac{4\left(\sin^2\left(\frac{u'-u}{2}\right)-\sin^2\left(\frac{u'+u}{2}\right)\right)}{\sin^2(u'-u)\left(\frac{\mu^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2}+\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)\right)}$$

oder

$$\frac{1}{O^2}=\left(\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\right)^2\sin^2(u-u')\left\{\frac{\frac{\nu^2-\mu^2}{\pi^2-\mu^2}-\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)}{\sin u\sin u'}\right\}. \qquad (31)$$

Durch eine ähnliche Rechnung, wenn statt o gesetzt wird e und hierfür sein Werth aus (5), findet man:

$$\frac{1}{E^2}=\left(\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\right)^2\sin^2(u+u')\left\{\frac{\sin^2\left(\frac{u'+u}{2}\right)-\frac{\nu^2-\mu^2}{\pi^2-\mu^2}}{\sin u\sin u'}\right\}. \qquad (32)$$

Die in { } eingeschlossenen Gröfsen in (31) und (32) haben eine einfache geometrische Bedeutung. Betrachtet man nämlich die dreiseitige Pyramide, deren Kanten die beiden optischen Axen und die Normale der Wellen-Ebene sind, und nennt den Winkel, den die beiden optischen Axen mit einander bilden $2n$, und den Winkel, unter den die beiden Seiten-Ebenen, welche sich in der Wellen-Normale schneiden, gegen einander geneigt sind, $2j$, so hat man:

$$\cos 2n=\cos u\cos u'+\sin u\sin u'\cos 2j,$$

und wenn man bedenkt, dafs nach (22)

$$\cos^2 n=\frac{\pi^2-\nu^2}{\pi^2-\mu^2} \qquad \text{und} \qquad \sin^2 n=\frac{\nu^2-\mu^2}{\pi^2-\mu^2}$$

ist, so zieht man hieraus:

$$\sin^2 j=\frac{\frac{\nu^2-\mu^2}{\pi^2-\mu^2}-\sin^2\left(\frac{u-u'}{2}\right)}{\sin u\sin u'}, \qquad \cos^2 j=\frac{\sin^2\left(\frac{u+u'}{2}\right)-\frac{\nu^2-\mu^2}{\pi^2-\mu^2}}{\sin u\sin u'}. \qquad (33)$$

Diese Werthe in (31) und (32) gesetzt, geben also:

$$\frac{1}{O}=\pm\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\sin(u-u')\sin j \qquad (34)$$

$$\frac{1}{E}=\pm\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\sin(u+u')\cos j. \qquad (35)$$

Ich werde im Folgenden den Winkel j für eine ungewöhnliche Wellen-Ebene mit k bezeichnen, und nur für eine gewöhnliche Wellen-Ebene den Buchstaben j beibehalten.

§. 16.

Es soll die Gleichung, welche aus dem Prinzip der Erhaltung der lebendigen Kräfte sich ergiebt, gesucht werden. Wir nehmen die Betrachtungen wieder auf, die uns zu dem Verhältnifs der entsprechenden Volumen der einfallenden Wellen-Ebene und der gebrochenen bei den einaxigen Krystallen in §. 5. geführt haben, und bedienen uns auch derselben Bezeichnung. Es ist also $\alpha H \cos\varphi$ das Volumen der einfallenden Wellen-Ebene und das Volumen der gebrochenen Wellen-Ebene: $\frac{H \sin\varphi' W}{\sin\varphi}$.

Wir finden aus (3) §. 5. für die gewöhnliche Wellen-Ebene:

$$W' = \alpha\{\cos\varphi' - \sin\varphi' \operatorname{tang} q' \cos\psi'\}, \tag{1}$$

wo q' die Neigung des Strahls gegen die Normale der Wellen-Ebene und ψ' den Winkel bezeichnet, unter welchem die durch die Normale der gewöhnlichen Wellen-Ebene und ihren Strahl gelegte Ebene gegen die Einfalls-Ebene geneigt ist. Dieser Winkel ψ' ist so gerechnet, dafs wenn man die drei Linien, nämlich die beiden Normalen N und n der brechenden Ebene und der Wellen-Ebene und den Strahl S durch den Mittelpunkt einer Kugel legt, in dem sphärischen Dreieck ihrer Durchschnitte mit dieser Kugel NnS die Seite NS dem Winkel $180 - \psi$ gegenübersteht, oder was auf dasselbe hinauskommt, dafs $\psi = 0$, wenn der Strahl in der Einfalls-Ebene liegt und die Neigung von S gegen N gröfser ist, als von n gegen N.

Es ist leicht, die Werthe für $\operatorname{tang} q'$ und $\cos\psi'$ aus den angegebenen Formeln zu finden. Man hat:

$$\cos q' = \frac{\alpha' x_0 + \beta' y_0 + \gamma' z_0}{r_0}.$$

Setzt man hierin die Werthe für x_0, y_0, z_0 und r_0 aus (9) §. 15., so findet man:

$$\cos q' = \frac{o}{\sqrt{o^2 + \frac{1}{O^2 o^2}}}$$

und also:

$$\operatorname{tang} q' = \frac{1}{O\, o^2}. \tag{2}$$

In dem eben erwähnten Dreieck NnS ist die Seite $Nn = \phi'$ und $nS = q$; die dritte Seite NS ist die Neigung des Strahls gegen die Normale der brechenden Ebene. Es ist also:

$$\cos NS = \frac{Ax_o + By_o + Cz_o}{r_o},$$

wenn A, B, C die Cosinusse der Winkel sind, unter welchen die Normale N der brechenden Ebene gegen die Elasticitäts-Axen geneigt sind. Hierin aus (9) §. 15. die Werthe für x_o, y_o, z_o und r_o gesetzt, erhält man:

$$\cos NS = \frac{o\cos\phi + \frac{1}{O^2 o}\left\{\frac{A\alpha'}{o^2-\mu^2} + \frac{B\beta'}{o^2-\nu^2} + \frac{C\gamma'}{o^2-\pi^2}\right\}}{o^2 + \frac{1}{o^2 O^2}}.$$

Endlich hat man für den der Seite NS gegenüberstehenden Winkel $180 - \psi'$:

$$-\cos\psi' = \frac{\cos NS - \cos\phi'\cos q'}{\sin\phi'\sin q'}$$

und hieraus, wenn für $\cos NS$ und $\cos q$ und $\sin q$ ihre Werthe gesetzt werden:

$$-\sin\phi'\cos\psi' = \frac{1}{O}\left\{\frac{A\alpha'}{o^2-\mu^2} + \frac{B\beta'}{o^2-\nu^2} + \frac{C\gamma'}{o^2-\pi^2}\right\}. \tag{3}$$

Eben so giebt uns die Betrachtung in §. 5. für die ungewöhnliche Wellen-Ebene:

$$W'' = a\{\cos\phi'' - \sin\phi''\tang q''\cos\psi''\}, \tag{4}$$

wo q'' und ψ'' dieselbe Bedeutung für diese Wellen-Ebene haben als q' und ψ' für die gewöhnliche. Wir finden ganz ähnlich hier:

$$\tang q'' = \frac{1}{Ee^2} \tag{5}$$

und

$$-\sin\phi''\cos\psi'' = \frac{1}{E}\left\{\frac{A\alpha''}{e^2-\mu^2} + \frac{B\beta''}{e^2-\nu^2} + \frac{C\gamma''}{e^2-\pi^2}\right\}, \tag{6}$$

wo ich der Gleichförmigkeit der Bezeichnung wegen die Cosinusse der Winkel, welche die Normale der Wellen-Ebene mit den Elasticitäts-Axen bildet, durch α'' und β'' und γ'' bezeichnet habe. Ich werde statt der Winkel ψ' und ψ'' andere einführen, nämlich diejenigen, unter welchen die Richtungen der Bewegung in der gewöhnlichen Wellen-Ebene und in der ungewöhnlichen geneigt sind gegen die Einfalls-Ebene. Diese Winkel sollen x' und x'' heifsen.

Da aber gefunden wurde, dafs die Strahlen senkrecht auf den Richtungen ihrer Bewegung stehen, so ist:

$$x' = 90 + \psi' \qquad x'' = 90 + \psi'',$$

wobei man bemerken mufs, dafs x' und x'' in demselben Sinne gezählt werden, wie ψ' und ψ''. Demnach hat man also:

$$(7) \quad \begin{aligned} \cos\psi' \sin\phi' &= \sin x' \sin\phi' = -\frac{1}{O}\left(\frac{A\alpha'}{o^2-\mu^2} + \frac{B\beta'}{o^2-\nu^2} + \frac{C\gamma'}{o^2-\pi^2}\right) \\ \cos\psi'' \sin\phi'' &= \sin x'' \sin\phi'' = -\frac{1}{E}\left(\frac{A\alpha''}{e^2-\mu^2} + \frac{B\beta''}{e^2-\nu^2} + \frac{C\gamma''}{e^2-\pi^2}\right). \end{aligned}$$

Die entsprechenden Volumina in der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Welle werden hiernach:

$$\frac{\alpha H}{\sin\phi}\{\sin\phi' \cos\phi' - \sin x' \sin^2\phi' \operatorname{tang} q'\}$$

und

$$\frac{\alpha H}{\sin\phi}\{\sin\phi'' \cos\phi'' - \sin x'' \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q''\}.$$

Die Gleichung der lebendigen Kräfte wird also folgende:

$$(8) \quad \begin{aligned} &\{P^2 + S^2 - R_p^2 - R_s^2\} \sin\phi \cos\phi \\ &= D'^2(\sin\phi' \cos\phi' - \sin x' \sin^2\phi' \operatorname{tang} q') + D''^2(\sin\phi'' \cos\phi'' - \sin x'' \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q''), \end{aligned}$$

wo P, S, R_p, R_s dieselbe Bedeutung wie oben haben, und D' und D'' die Geschwindigkeiten in der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Welle vorstellen.

Um die Gleichungen zu bilden, welche sich aus dem Prinzip der Gleichheit der Componenten ergeben, werde ich die Geschwindigkeiten D' und D'' in dem gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahl nach folgenden Richtungen zerlegen: 1) senkrecht auf der Einfalls-Ebene, 2) senkrecht auf der brechenden Ebene, 3) parallel mit der Einfalls-Ebene und parallel mit der brechenden Ebene. Diese Componenten sind respective:

1) $D' \sin x'$ und $D'' \sin x''$
2) $D' \cos x' \sin\phi'$ - $-D'' \cos x'' \sin\phi''$
3) $D' \cos x' \cos\phi'$ - $-D'' \cos x'' \cos\phi''$.

Zerlegen wir nach denselben drei Richtungen die Geschwindigkeiten in dem einfallenden Strahl und in dem reflectirten Strahle, so erhalten wir:

1)	P	und	R_p
2)	$-S\sin\phi$	-	$-R_s\sin\phi$
3)	$-S\cos\phi$	-	$+R_s\cos\phi$

und demnach erhalten wir aus dem Prinzip der Gleichheit der Componenten:

$$P+R_p = D'\sin x' + D''\sin x'' \tag{9}$$

$$(S+R_s)\sin\phi = -D'\cos x'\sin\phi' + D''\cos x''\sin\phi'' \tag{10}$$

$$(S-R_s)\cos\phi = -D'\cos x'\cos\phi' + D''\cos x''\cos\phi''. \tag{11}$$

Diese drei Gleichungen, in Verbindung mit der Gleichung (8) bestimmen die gesuchten Gröſsen. Ich werde jetzt zeigen, daſs die Gleichung (8) auch hier, wie bei den einaxigen Krystallen, sich durch eine lineäre Gleichung ersetzen läſst.

Multiplicirt man (10) und (11) mit einander:

$$(S^2-R_s^2)\sin\phi\cos\phi = D'^2\cos^2x'\sin\phi'\cos\phi' + D''^2\cos^2x''\sin\phi''\cos\phi'' - D'D''\cos x'\cos x''\sin(\phi'+\phi'')$$

und zieht dieses Product von (8) ab, so erhält man:

$$(P^2-R_p^2)\sin\phi\cos\phi$$
$$= D'^2(\sin^2x'\sin\phi'\cos\phi' - \sin x'\sin^2\phi'\operatorname{tang}q') + D''^2(\sin^2x''\sin\phi''\cos\phi'' - \sin x''\sin^2\phi''\operatorname{tang}q'')$$
$$+ D'D''\cos x'\cos x''\sin(\phi'+\phi'').$$

Diese Gleichung ist durch (9) theilbar und man erhält durch diese Division:

$$(P-R_p)\sin\phi\cos\phi = R'(\sin x'\sin\phi'\cos\phi' - \sin^2\phi'\operatorname{tg}q') + R''(\sin x''\sin\phi''\cos\phi'' - \sin^2\phi''\operatorname{tg}q'') \tag{12}$$

vorausgesetzt, daſs folgende Relation stattfindet:

$$\sin(\phi'+\phi'')(\sin x'\sin x''\cos(\phi'-\phi'') - \cos x'\cos x'') = \sin^2\phi'\operatorname{tang}q'\sin x'' + \sin^2\phi''\operatorname{tang}q''\cos x'.$$

Um die Richtigkeit dieser Relation zu beweisen, werde ich sie zuerst in eine andere Form bringen.

Setzt man aus (2) und (5) für $\operatorname{tang}q'$ und $\operatorname{tang}q''$ die Werthe, nämlich:

$$\operatorname{tang}q' = \frac{1}{o^2 O} \qquad \operatorname{tang}q'' = \frac{1}{e^2 E},$$

berücksichtigt ferner, daſs

$$\frac{\sin^2\phi'}{o^2} = \frac{\sin^2\phi''}{e^2} = \sin^2\phi$$

und daſs

$$\sin(\phi'-\phi'')\sin(\phi'+\phi'') = \sin^2\phi(o^2-e^2) = -\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\left(\cos(u-u') - \cos(v+v')\right)\sin^2\phi,$$

so findet man:

$$\sin x' \sin x'' \cos(\phi' - \phi'') - \cos x' \cos x'' = \frac{-\left(\frac{\sin x''}{O} + \frac{\sin x'}{E}\right)}{\frac{\pi^2 - \mu^2}{2}\left(\cos(u-u') - \cos(v+v')\right)} \sin(\phi' - \phi''). \quad (13)$$

Ehe die Werthe für $\frac{1}{O}$ und $\frac{1}{E}$ aus §. 15. (34) gesetzt werden, müssen wir untersuchen, welches von ihren Vorzeichen anzuwenden ist. Setzen wir in (7) $A = o$, $C = o$, so erhalten wir:

$$\cos\psi' \sin\phi' = \sin x' \sin\phi' = -\frac{1}{O} \frac{\beta'}{o^2 - \nu^2}.$$

Aus (5) §. 15. sieht man, dafs, weil $\sin \frac{^2(u-u')}{2}$ nicht gröfser werden kann, als $\sin{}^2 n = \frac{\mu^2 - \nu^2}{\mu^2 - \pi^2}$, o^2 nicht gröfser werden kann als ν^2, wenn, wie wir immer der Gleichförmigkeit wegen annehmen, $\pi > \mu$ ist. Folglich ist $o^2 - \nu^2$ eine negative Gröfse. Der Werth von $\cos\psi'$ ist aber in diesem Fall, wo $A = o$, $C = o$, immer eine positive Gröfse, wie daraus erhellt, dafs wenn man $\gamma' = o$ setzt, der Strahl immer mit der Elasticitäts-Axe ν einen gröfsern Winkel bildet, als die dazu gehörige Wellen-Normale; es mufs also $\frac{1}{O}$ das positive Vorzeichen haben. Demnach ist:

$$\frac{1}{O} = \left(\frac{\pi^2 - \mu^2}{2}\right) \sin(u - u') \sin j,$$

wo u immer gröfser als u' sein mufs. Geht man also von einer Wellen-Normale α', β', γ' über zu einer andern $-\alpha'$, β', γ', so vertauschen die u, u' ihre Bedeutung, der Bogen, welcher vorher mit u bezeichnet wurde, mufs jetzt mit u' bezeichnet werden und umgekehrt.

Um das Vorzeichen von $\frac{1}{E}$ zu discutiren, setzen wir in (7) $B = o$, $C = o$, so dafs

$$\cos\psi'' \sin\phi'' = \sin x'' \sin\phi'' = -\frac{1}{E} \frac{\alpha''}{e^2 - \mu^2}.$$

Der Werth von $e^2 - \mu^2$ ist immer positiv, der Werth von $\cos\psi$, wiederum vorausgesetzt, dafs $\pi^2 > \mu^2$, ist wie man sieht negativ, wenn man $\beta'' = o$ setzt, wo der Strahl mit der Elasticitäts-Axe μ einen kleinern Winkel als die zugehörige Normale macht. Also ist auch für $\frac{1}{E}$ in (34) §. 15. das positive Vorzeichen zu nehmen. Indefs der Werth von $\cos\psi''$ behält sein negatives Vorzeichen, das Zeichen von γ'' mag positiv oder negativ sein, d. h. die Wellen-Normale mag mit der π Axe einen scharfen oder stumpfen Winkel bilden; es verändert

auch $\frac{\alpha''}{e^2-\mu^2}$ sein Vorzeichen mit γ'' nicht, aber wohl der in §. 15. (34) gegebene Werth von $\frac{1}{E}$, weil wenn γ' positiv gesetzt ist, $(u+u') < 180$, und wenn γ'' negativ $(u+u') > 180$. Demnach mufs man schreiben:

$$\frac{1}{E} = \pm \frac{\pi^2-\mu^2}{2} \sin(v+v')\cos k,$$

wo das negative Zeichen nur zu nehmen ist, wenn $\sin(v+v')$ negativ wird. Ich werde im Folgenden der Gleichförmigkeit wegen nur das + Zeichen einführen mit dem Vorbehalt, dieses in das — Zeichen zu verwandeln, wenn $\frac{1}{E}$ negativ werden sollte.

Diese nun näher bestimmten Werthe für $\frac{1}{O}$ und $\frac{1}{E}$ in (13) gesetzt, verwandelt sich diese Relation in folgende:

$$\cos x'\cos x'' - \sin x'\sin x''\cos(\phi'-\phi'') = \left\{\frac{\sin x''\sin j\sin(u-u') + \sin x'\cos k\sin(v+v')}{\cos(u-u')-\cos(v+v')}\right\}\sin(\phi'-\phi''). \tag{14}$$

Diese Relation läfst sich an eine geometrische Construction auf der Kugelfläche knüpfen. Wir legen durch den Mittelpunkt einer Kugel die beiden optischen Axen und die Normalen der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Wellen-Ebene; die Durchschnitte dieser vier Linien mit der Oberfläche seien Fig. 9. A, A', O, E. Die Einfalls-Ebene schneidet also die Kugel in dem gröfsten Kreise OE. Die Bogen AO und $A'O$ sind u und u', die Bogen AE und $A'E$ sind v und v', der Bogen $EO = (\phi'-\phi'')$, der Bogen $AA' = 2n$. Die Richtung der Bewegung in der gewöhnlichen Wellen-Ebene O liegt in der Ebene, welche den Winkel $AOA' = 2j$ halbirt; der Durchschnitt dieser Ebene mit der Kugel ist OO'. Construirt man EE' so, dafs $AEA' = 2k$ dadurch halbirt wird, und zieht Ee senkrecht auf EE', so ist Ee der Durchschnitt der Kugel mit derjenigen Ebene, in welcher die Bewegung der ungewöhnlichen Welle E liegt. Da diese Richtungen der Bewegungen senkrecht auf die resp. Wellen-Normalen stehen, so ist $O'ON = x'$ und $eEN = x''$. Es soll nämlich N den Durchschnitt der Kugel mit der Normale der brechenden Ebene bezeichnen.

Aus dieser Construction habe ich mich von der Richtigkeit der Relation (14) überzeugt, aber auf einem etwas mühsamen Wege. Die folgende einfachere Beweisführung ist mir von Herrn Professor Jacobi mitgetheilt worden. Es werden die Winkel EAO und $EA'O$ noch mit α und α'

bezeichnet und es sei $EO = (\phi' - \phi'') = \Delta$. Die Dreiecke EAO und $EA'O$ geben folgende Gleichungen:

$$
(a) \quad
\begin{aligned}
\sin\alpha \ \cos u &= \cos(x''-k)\cos(x'+j)\cos\Delta - \sin(x''-k)\sin(x'+j) \\
\sin\alpha' \cos u' &= \cos(x''+k)\cos(x'-j)\cos\Delta - \sin(x''+k)\sin(x'-j) \\
-\sin\alpha \ \cos v &= \sin(x''-k)\sin(x'+j)\cos\Delta - \cos(x''-k)\cos(x'+j) \\
-\sin\alpha' \cos v' &= \sin(x''+k)\sin(x'-j)\cos\Delta - \cos(x''+k)\cos(x'-j).
\end{aligned}
$$

Multiplicirt man die beiden erstern mit $\sin x''$, die beiden letztern mit $\sin x'$ und setzt respective:

$$
\begin{aligned}
\cos k &= \cos(x''+k)\cos x'' + \sin(x''+k)\sin x'' \\
&= \cos(x''-k)\cos x'' + \sin(x''-k)\sin x'' \\
\sin j &= -\sin(x'-j)\cos x' + \cos(x'-j)\sin x' \\
&= -\cos(x'+j)\sin x' + \sin(x'+j)\cos x',
\end{aligned}
$$

so erhält man:

$$
(b) \quad
\begin{aligned}
-\sin\alpha\cos u\sin x'' &= \sin(x'+j)\cos k - (\sin(x'+j)\cos x'' + \cos(x'+j)\sin x''\cos\Delta)\cos(x''-k) \\
-\sin\alpha'\cos u'\sin x'' &= \sin(x'-j)\cos k - (\sin(x'-j)\cos x'' + \cos(x'-j)\sin x''\cos\Delta)\cos(x''+k) \\
-\sin\alpha\cos v\sin x' &= \cos(x''-k)\sin j - (\cos(x''-k)\cos x' - \sin(x''-k)\sin x'\cos\Delta)\sin(x'+j) \\
-\sin\alpha'\cos v'\sin x' &= -\cos(x''+k)\sin j - (\cos(x''+k)\cos x' - \sin(x''+k)\sin x'\cos\Delta)\sin(x'-j).
\end{aligned}
$$

Man hat ferner:

$$
(c) \quad
\begin{aligned}
-\sin\alpha\sin u &= \sin\Delta\cos(x''-k) \qquad & \sin\alpha\sin v &= \sin(x'+j)\sin\Delta \\
-\sin\alpha'\sin u' &= \sin\Delta\cos(x''+k) \qquad & \sin\alpha'\sin v' &= \sin(x'-j)\sin\Delta.
\end{aligned}
$$

Man erhält aus (b) und (c)

$$
\begin{aligned}
\frac{\sin\alpha\sin\alpha'}{\sin\Delta}\sin x''\sin(u-u') &= \cos k\big(\cos(x''-k)\sin(x'-j) - \cos(x''+k)\sin(x'+j)\big) \\
&\quad + 2\cos(x''+k)\cos(x''-k)\sin j\,(\cos x'\cos x'' - \sin x'\sin x''\cos\Delta) \\
\frac{\sin\alpha\sin\alpha'}{\sin\Delta}\sin x'\sin(v+v') &= -\sin j\big(\cos(x''-k)\sin(x'-j) - \cos(x''+k)\sin(x'+j)\big) \\
&\quad + 2\sin(x'-j)\sin(x'+j)\cos k\,(\cos x'\cos x'' - \sin x'\sin x''\cos\Delta)
\end{aligned}
$$

und hieraus:

$$
(d) \quad
\begin{aligned}
&\frac{\sin\alpha\sin\alpha'}{\sin\Delta}\big(\sin x''\sin j\sin(u-u') + \sin x'\cos k\sin(v+v')\big) \\
&= 2(\cos(x''+k)\cos(x''-k)\sin^2 j + \sin(x'+j)\sin(x'-j)\cos^2 k)(\cos x'\cos x'' - \sin x'\sin x''\cos\Delta),
\end{aligned}
$$

woraus sich sogleich die verlangte Relation ergiebt. Man hat nämlich:

$$\begin{aligned}\cos 2n &= \cos u \cos u' + \sin u \sin u' \cos 2j = \cos(u-u') - 2\sin u \sin u' \sin^2 j \\ \cos 2n &= \cos v \cos v' + \sin v \sin v' \cos 2k = \cos(v+v') + 2\sin v \sin v' \cos^2 k,\end{aligned} \qquad \text{(e)}$$

also:

$$\cos(u-u') - \cos(v+v') = 2(\sin u \sin u' \sin^2 j + \sin v \sin v' \cos^2 k),$$

woraus nach (c)

$$\frac{\sin\alpha \sin\alpha'}{\sin^2\Delta}\left(\cos(u-u') - \cos(v+v')\right) = 2\left(\cos(x''-k)\cos(x''+k)\sin^2 j + \sin(x'-j)\sin(x'+j)\cos^2 k\right).$$

Dividirt man (d) durch diese Gleichung, so erhält man:

$$\frac{\sin x'' \sin j \sin(u-u') + \sin x' \cos k \sin(v+v')}{\cos(u-u') - \cos(v+v')} \sin\Delta = \cos x' \cos x'' - \sin x' \sin x'' \cos\Delta, \qquad \text{(f)}$$

welches eben die zu beweisende Relation (14) ist.

Es lassen sich aus (a) auf ähnliche Weise noch einige Relationen ableiten, die uns später von Nutzen sein werden. Multiplicirt man die beiden ersten Gleichungen (a) mit $\cos x''$ und die beiden letzten mit $\sin x'$, so erhält man:

$$\begin{aligned}\sin\alpha \cos u \cos x'' &= +\sin k \sin(x'+j) - \cos(x''-k)\left(\sin(x'+j)\sin x'' - \cos(x'+j)\cos x'' \cos\Delta\right) \\ \sin\alpha' \cos u' \cos x'' &= -\sin k \sin(x'-j) - \cos(x''+k)\left(\sin(x'-j)\sin x'' - \cos(x'+j)\cos x'' \cos\Delta\right) \\ -\sin\alpha \cos v \sin x' &= \sin j \cos(x''-k) - \sin(x'+j)\left(\cos(x''-k)\cos x' - \sin(x''-k)\sin x' \cos\Delta\right) \\ -\sin\alpha' \cos v' \sin x' &= -\sin j \cos(x''+k) - \sin(x'-j)\left(\cos(x''+k)\cos x' - \sin(x''+k)\sin x' \cos\Delta\right)\end{aligned}$$

und hieraus:

$$\begin{aligned}\frac{\sin\alpha \sin\alpha'}{\sin\Delta}\sin(u-u')\cos x'' &= \sin k\left(\sin(x'-j)\cos(x''-k) + \sin(x'+j)\cos(x''+k)\right) \\ &\quad - 2\sin j \cos(x''+k)\cos(x''-k)(\cos x' \sin x'' + \sin x' \cos x'' \cos\Delta) \\ \frac{\sin\alpha \sin\alpha'}{\sin\Delta}\sin(v-v')\sin x' &= \sin j\left(\cos(x''-k)\sin(x'-j) + \cos(x''+k)\sin(x'+j)\right) \\ &\quad - 2\sin k \sin(x'+j)\sin(x'-j)(\cos x' \sin x'' + \cos x'' \sin x' \cos\Delta)\end{aligned}$$

also:

$$\begin{aligned}&\frac{\sin\alpha \sin\alpha'}{\sin\Delta}\left(\sin(u-u')\cos x'' \sin j - \sin(v-v')\sin x' \sin k\right) \\ &= -2\left(\sin^2 j \cos(x''+k)\cos(x''-k) - \sin^2 k \sin(x'+j)\sin(x'-j)\right)(\cos x' \sin x'' + \cos x'' \sin x' \cos\Delta).\end{aligned} \qquad \text{(g)}$$

Man hat ferner aus (e)

$$\cos(u-u') - \cos(v-v') = 2(\sin u \sin u' \sin^2 j - \sin v \sin v' \cos^2 k)$$

und wegen (e)

$$\frac{\sin\alpha \sin\alpha'}{\sin^2\Delta}\left(\cos(u-u') - \cos(v-v')\right) = 2\left(\cos(x''-k)\cos(x''+k)\sin^2 j - \sin(x'-j)\sin(x'+j)\cos^2 k\right).$$

Hiermit in (g) dividirt, giebt:

$$\text{(h)}\quad -\sin\Delta\,\frac{\sin(u-u')\cos x''\sin j-\sin(v-v')\sin x'\sin k}{\cos(u-u')-\cos(v-v')}=\cos x'\sin x''+\cos x''\sin x'\cos\Delta.$$

Eine andere nützliche Relation erhält man auf folgende Weise. Man multiplicirt die beiden ersten der Gleichungen (a) mit $\sin x''$ und die dritte und vierte mit $\cos x'$:

$$\sin\alpha\cos u\sin x''=-\cos k\sin(x'+j)+\cos(x''-k)\,(\sin(x'+j)\cos x''+\cos(x'+j)\sin x''\cos\Delta)$$

$$\sin\alpha'\cos u'\sin x''=-\cos k\sin(x'-j)+\cos(x''+k)\,(\sin(x'-j)\cos x''+\cos(x'-j)\sin x''\cos\Delta)$$

$$-\sin\alpha\cos v\cos x'=-\cos j\cos(x''-k)+\sin(x'+j)\,(\cos(x''-k)\sin x'+\sin(x''-k)\cos x'\cos\Delta)$$

$$-\sin\alpha'\cos v'\cos x'=-\cos j\cos(x''+k)+\sin(x'-j)\,(\cos(x''+k)\sin x'+\sin(x''+k)\cos x'\cos\Delta).$$

Hieraus ergiebt sich:

$$\frac{-\sin\alpha\sin\alpha'}{\sin\Delta}\sin x''\sin(u+u')=-\cos k\,\big(\sin(x'+j)\cos(x''+k)+\sin(x'-j)\cos(x''-k)\big)$$
$$+2\cos(x''-k)\cos(x''+k)\cos j\,(\sin x'\cos x''+\cos x'\sin x''\cos\Delta)$$

$$\frac{-\sin\alpha\sin\alpha'}{\sin\Delta}\cos x'\sin(v+v')=-\cos j\,\big(\cos(x''-k)\sin(x'-j)+\cos(x''+k)\sin(x'+j)\big)$$
$$+2\sin(x'+j)\sin(x'-j)\cos k\,(\cos x''\sin x'+\sin x''\cos x'\cos\Delta).$$

Also:

$$\frac{-\sin\alpha\sin\alpha'}{\sin\Delta}\big(\sin x''\cos j\sin(u+u')-\cos x'\cos k\cos(v+v')\big)$$
$$=2(\cos(x''-k)\cos(x''+k)\cos^2 j-\sin(x'+j)\sin(x'-j)\cos^2 k)\,(\cos x''\sin x'+\sin x''\cos x'\cos\Delta).$$

Es ist aber:

$$\frac{\sin\alpha\sin\alpha'}{\sin^2\Delta}\big(\cos(u+u')-\cos(v+v')\big)=-2\big(\cos^2 j\cos(x''-k)\cos(x''+k)-\cos^2 k\sin(x'+j)\sin(x'-j)\big)$$

daher:

$$\text{(i)}\quad \sin\Delta\,\frac{\sin x''\cos j\sin(u+u')-\cos x'\cos k\cos(v+v')}{\cos(u+u')-\cos(v+v')}=(\cos x''\sin x'+\sin x''\cos x'\cos\Delta).$$

§. 17.

Die Gleichungen, von welchen die Intensitäten der reflectirten und gebrochenen Strahlen abhängen, sind also folgende:

$$(S+R_s)\sin\phi=-D'\cos x'\sin\phi'+D''\cos x''\sin\phi''$$
$$(S-R_s)\cos\phi=-D'\cos x'\cos\phi'+D''\cos x''\cos\phi''$$
$$P+R_p=D'\sin x'+D''\sin x''$$
$$(P-R_p)\sin\phi\cos\phi=D'(\sin x'\sin\phi'\cos\phi'-\sin^2\phi'\,\mathrm{tang}\,q')+D''(\sin x''\sin\phi''\cos\phi''-\sin^2\phi''\,\mathrm{tang}\,q'').$$

Man erhält hieraus:

$$\begin{aligned} R_p &= p\,P + s'S \\ R_s &= p'P + s\,S, \end{aligned} \tag{1}$$

wo die Coefficienten p, p', s, s' folgende Werthe haben:

$$\begin{aligned}
Np =\ & \cos x'' \sin(\phi+\phi'')\,(\sin x' \sin(\phi-\phi') \cos(\phi+\phi') + \sin^2\phi' \operatorname{tang} q') \\
& + \cos x' \sin(\phi+\phi')\,(\sin x'' \sin(\phi-\phi'') \cos(\phi+\phi'') + \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q'') \\
Ns =\ & -\cos x' \sin(\phi-\phi')\,(\sin x'' \sin(\phi+\phi'') \cos(\phi-\phi'') - \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q'') \\
& -\cos x'' \sin(\phi-\phi'')\,(\sin x' \sin(\phi+\phi') \cos(\phi-\phi') - \sin^2\phi' \operatorname{tang} q') \\
Np' =\ & -\sin 2\phi \cos x' \cos x'' \sin(\phi'-\phi'') \\
Ns' =\ & \sin 2\phi\,\{\sin x' \sin x'' \sin(\phi'-\phi'') \cos(\phi'+\phi'') - \sin x'' \sin^2\phi' \operatorname{tang} q' + \sin x' \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q''\},
\end{aligned} \tag{2}$$

worin:

$$N = \left\{ \begin{aligned} & \cos x'' \sin(\phi+\phi'')\,(\sin x' \sin(\phi+\phi') \cos(\phi-\phi') - \sin^2\phi' \operatorname{tang} q') \\ + & \cos x' \sin(\phi+\phi')\,(\sin x'' \sin(\phi+\phi'') \cos(\phi-\phi'') - \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q'') \end{aligned} \right\}.$$

Für die Geschwindigkeiten in den gebrochenen Strahlen findet man:

$$\begin{aligned}
ND' &= 2\sin\phi\cos\phi\,\{P\cos x'' \sin(\phi+\phi'') - S(\sin x'' \sin(\phi+\phi'') \cos(\phi-\phi'') - \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q'')\} \\
ND'' &= 2\sin\phi\cos\phi\,\{P\cos x' \sin(\phi+\phi') + S(\sin x' \sin(\phi+\phi') \cos(\phi-\phi') - \sin^2\phi' \operatorname{tang} q')\}.
\end{aligned} \tag{3}$$

Hieraus erhält man die Intensitäten des Lichtes in den gebrochenen gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen. Diese sind nämlich respective: $D'^2 U'$ $D''^2 U''$, wo:

$$\begin{aligned} U' &= \frac{\sin\phi' \cos\phi' - \sin x' \sin^2\phi' \operatorname{tang} q'}{\sin\phi \cos\phi} \\ U'' &= \frac{\sin\phi'' \cos\phi'' - \sin x'' \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q''}{\sin\phi \cos\phi}. \end{aligned} \tag{4}$$

Wenden wir diese Formeln, um sie zu erläutern, auf die drei einfachsten Fälle an, nämlich:

1) wenn die Einfalls-Ebene den spitzen Winkel der optischen Axen halbirt. Hier ist $u - u' = o$, $\frac{1}{o^2 O} = \operatorname{tang} q' = o$, $v + v' = 2v$. Ferner ist $\sin x' = o$, $\cos x'' = o$, aber $\cos x' = \mp 1$, je nachdem die Normale der brechenden Ebene auf der Seite der π Axe oder der ν Axe liegt, in Beziehung auf die Normale der gebrochenen Wellen-Ebene, angenommen, der bequemeren Verständigung wegen, dafs die π Axe es ist, welche den spitzen Winkel der optischen Axen halbirt. Unter denselben Umständen ist $\sin x'' = \pm 1$.

Man findet aus (1) und (2) und (3) $p' = o$, $s' = o$ und

$$(5) \quad \begin{aligned}
R_s &= -\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')} S \\
R_p &= \frac{\left(\sin(\phi-\phi'')\cos(\phi+\phi'') \pm \frac{\sin^2\phi''}{e^2 E}\right) P}{\sin(\phi+\phi'')\cos(\phi-\phi'') \mp \frac{\sin^2\phi''}{e^2 E}} \\
D' &= \frac{\pm 2\sin\phi\cos\phi\, S}{\sin(\phi+\phi')} \\
D'' &= \frac{\pm 2\sin\phi\cos\phi\, P}{\sin(\phi+\phi'')\cos(\phi-\phi'') \mp \frac{\sin^2\phi''}{e^2 E}} \\
U' &= \frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi} \\
U'' &= \frac{\sin\phi''\cos\phi'' \mp \frac{\sin^2\phi''}{e^2 E}}{\sin\phi\cos\phi}.
\end{aligned}$$

2) Wenn die Einfalls-Ebene den stumpfen Winkel der optischen Axen halbirt, oder, was dasselbe ist, zusammenfällt mit der Ebene der ν und μ Axe. Hier ist $(v+v') = 180^\circ$ und also $\frac{1}{e^2 E} = \operatorname{tang} q'' = o$, $(u-u') = 180 - 2u'$. Ferner ist $\cos x' = o$, $\sin x'' = o$ und $\sin x' = \pm 1$, $\cos x'' = \mp 1$, je nachdem die Normale der brechenden Ebene auf der Seite der ν Axe oder der μ Axe liegt, in Beziehung auf die Normale der gebrochenen Wellen-Ebene. Man findet $p' = o$, $s' = o$

$$(6) \quad \begin{aligned}
R_s &= -\frac{\sin(\phi-\phi'')\, S}{\sin(\phi+\phi'')} \\
R_p &= \frac{\left(\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi') \pm \frac{\sin^2\phi'}{o^2 O}\right) P}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') \mp \frac{\sin^2\phi'}{o^2 O}} \\
D' &= \frac{\pm 2\sin\phi\cos\phi\, P}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') \mp \frac{\sin^2\phi'}{o^2 O}} \\
D'' &= \frac{\pm 2\sin\phi\cos\phi\, S}{\sin(\phi+\phi'')} \\
U' &= \frac{\sin\phi'\cos\phi' \mp \frac{\sin^2\phi'}{o^2 O}}{\sin\phi\cos\phi} \\
U'' &= \frac{\sin\phi''\cos\phi''}{\sin\phi\cos\phi}.
\end{aligned}$$

3) Die Einfalls-Ebene fällt mit der Ebene der optischen Axen zusammen. Hier haben wir zwei Fälle zu unterscheiden:

a) Die Normalen der gebrochenen Wellen-Ebenen liegen in dem stumpfen Winkel der optischen Axen

$$\sin x' = o,\ \cos x'' = o,\ j = o,\ k = o,\ \frac{1}{O} = o$$

und:

$$\cos x' = \mp 1,\ \sin x'' = \pm 1,$$

wo das obere oder untere Zeichen zu nehmen ist, je nachdem die Normale der brechenden Ebene auf der Seite der π Axe oder der μ Axe liegt, in Beziehung auf die Normale der gebrochenen Wellen-Ebene. Man findet $p' = o$, $s' = o$

$$\left.\begin{aligned}
R_s &= -\frac{\sin(\phi-\phi')\,S}{\sin(\phi+\phi')}\\
R_p &= \frac{\left(\sin(\phi-\phi'')\cos(\phi+\phi'')\pm\frac{\sin^2\phi''}{e^2E}\right)P}{\sin(\phi+\phi'')\cos(\phi-\phi'')\mp\frac{\sin^2\phi''}{e^2E}}\\
D' &= \frac{\pm 2\sin\phi\cos\phi\,S}{\sin(\phi+\phi')}\\
D'' &= \frac{\pm 2\sin\phi\cos\phi\,P}{\sin(\phi+\phi'')\cos(\phi-\phi'')\mp\frac{\sin^2\phi''}{e^2E}}\\
U' &= \frac{\sin\phi'\cos\phi'}{\sin\phi\cos\phi}\\
U'' &= \frac{\sin\phi''\cos\phi''\mp\frac{\sin^2\phi''}{e^2E}}{\sin\phi\cos\phi}.
\end{aligned}\right\}\quad (7)$$

b) Die Normalen der gebrochenen Wellen-Ebenen liegen in dem spitzen Winkel der optischen Axen:

$$\cos x' = o,\ \sin x'' = o,\ 2j = 180^\circ,\ 2k = 180,\ \frac{1}{E} = o$$

und

$$\sin x' = \pm 1,\ \cos x'' = \mp 1,$$

wo die obern oder untern Vorzeichen zu nehmen sind, je nachdem die Normale der brechenden Ebene auf der Seite der π Axe oder der μ Axe liegt, in Beziehung auf die Normale der gebrochenen Wellen-Ebene. Man erhält $p' = o$, $s' = o$ und

$$
(8) \qquad \begin{aligned}
R_s &= -\frac{\sin(\phi-\phi'')\,S}{\sin(\phi+\phi'')}\\
R_p &= \frac{\left(\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi') \pm \frac{\sin^2\phi'}{o^2\,O}\right)P}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') \mp \frac{\sin^2\phi'}{o^2\,O}}\\
D' &= \frac{\pm 2\sin\phi\cos\phi\,P}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') \mp \frac{\sin^2\phi'}{o^2\,O}}\\
D'' &= \frac{\pm 2\sin\phi\cos\phi\,S}{\sin(\phi+\phi'')}\\
U' &= \sin\phi'\cos\phi \mp \frac{\sin^2\phi'}{o^2\,O}\\
U'' &= \frac{\sin\phi''\cos\phi''}{\sin\phi\cos\phi}.
\end{aligned}
$$

Dafs von diesen Formeln diejenigen, welche sich auf die reflectirten Strahlen beziehen, auch für den besondern Fall, der in der Mitte zwischen den beiden Fällen in (a) und (b) liegt, wo die Normale der gebrochenen Welle mit der optischen Axe zusammenfällt, richtig sind, und man nur $\phi' = \phi''$ zu setzen habe, werde ich im folgenden §. zeigen.

§. 18.

Ich werde mich jetzt mit der Anwendung der Formeln (1) (2) (3) des vorigen §. auf einen Fall beschäftigen, der beim ersten Anblick einige Schwierigkeit darbietet, nämlich auf den Fall, wo statt der doppelten Brechung des einfallenden Strahls die konische Brechung eintritt. Ich werde untersuchen die Licht-Intensitäten und die Lage der Polarisations-Ebenen in den verschiedenen Seiten des Lichtkegels, in welche der einfallende Strahl sich zerspaltet. Die Formeln (1) (2) (3) werden in diesem Falle völlig unbestimmt, weil x' und x'', j und k hier jeden Werth haben können, sie bekommen die Natur eines Ausdrucks, der durch bestimmte Werthe zweier von einander unabhängiger Gröfsen $\frac{0}{0}$ wird. Es bedarf in solchen Fällen immer einer besondern Untersuchung über die Bedeutung dieses $\frac{0}{0}$. Diese werde ich an die Fig. 10. knüpfen. Durch den Mittelpunkt einer Kugel sind die beiden optischen Axen gelegt, welche ihre Oberfläche in A und A' schneiden. Durch denselben Mittelpunkt legen wir die Normale der brechenden Ebene

und die Normale der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Wellen-Ebene und den dazu gehörigen einfallenden Strahl, welche Linien die Oberfläche respective schneiden in B, O, E und S. Die Einfalls-Ebene ist also der gröfste Kreis $BEOS$. Ich habe angenommen, dafs die Normale der brechenden Ebene in der Ebene der optischen Axen liegt, und zwar in ihrem spitzen Winkel, und ich werde später den allgemeinern Fall untersuchen. Die Bewegungen in der gewöhnlichen Wellen-Ebene O liegen in der Ebene des Kreises OO', welcher den Winkel AOA halbirt, und ihr zugehöriger Strahl in o, so dafs der Winkel oOO' ein rechter ist und die Tangente des Bogens $oO = \frac{1}{o^2 O}$, wo o und O in der Bedeutung §. 15. (5) und (4) genommen sind. Dies beruht auf (2) §. 16. und 18 b. §. 15. In der ungewöhnlichen Wellen-Ebene E findet die Bewegung in der Ebene des Kreises EE' statt, welcher AEC halbirt, der dazu gehörige Strahl liegt in e, so dafs eEE' ein rechter Winkel ist, und die Tangente von $eE = \frac{1}{e^2 E}$. Die Winkel AOA' und AEA' sind dieselben, welche wir mit $2j$ und $2k$ bezeichnet haben, der Winkel SEE'' ist unser x'' und SOO' gleich x'. Denken wir uns nun den einfallenden Strahl allmählig von S nach S' bis S'' rückend, so aber, dafs die Normale der gewöhnlichen gebrochenen Wellen-Ebene sich bewegt in dem Kreise AO, während die brechende Ebene B unverändert bleibt, so fallen O und E immer näher an einander und sie fallen zusammen, wenn O in A, S in S'' angekommen ist. Verfolgen wir die verschiedenen Lagen der Polarisations-Ebenen von O und E während der Bewegung von O auf AO nach A, so sehen wir, dafs diese, wenn O und E in A zusammenfallen, die Lagen Aa und Ab angenommen haben, wo Ab den Winkel $A'AO$ halbirt und Aa den Winkel OAS''. Wir haben also in dieser Grenze $S''Aa = x'$, $S''Ab = x''$. Der W. $2j = 2k = BAD = 360 - 2x' = 2x'' - 180$, und also $x' + x'' = 270$. Der zur Wellen-Normale A gehörige gewöhnliche Strahl liegt in b', der dazu gehörige ungewöhnliche Strahl in a'. Ich werde die Bogen Ab' und Aa' mit q' und q'' bezeichnen, dann ist:

$$\text{tang}\, q' = \frac{1}{o^2 O} = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \sin x'$$

$$\text{tang}\, q'' = \frac{1}{e^2 E} = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \sin x'' = -\frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \cos x',$$

weil $o^2 = e^2 = \nu^2$ und weil in $\frac{1}{O} = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2} \sin(u - u') \sin j$, der Winkel

$u' = o$ und $u = 2n$ ist, und in $\frac{1}{E} = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2} \sin(v + v') \cos k$ der W. $v' = o$ und $v = 2n$ ist. Setzen wir $180 - x' = \omega$, wo also $\omega =$ W. $a'AS''$ ist, so ist:

$$(1) \quad \tang q' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \sin \omega \quad \text{und} \quad \tang q'' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \cos \omega.$$

Hierbei mufs man bemerken, dafs der Bogen q'' sich zwar in dem Azimuth ω befindet, nicht aber der Bogen q', vielmehr liegt letzterer in dem Azimuth $\omega - 90$; nennt man sein Azimuth ω', so ist also $\omega = \omega' + 90$; dieser Werth für ω in $\tang q'$ gesetzt, giebt:

$$\tang q' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \cos \omega',$$

woraus erhellt, dafs in demselben Azimuth, d. i. für $\omega = \omega'$, man auch hat $q' = q''$. Nun kann die Linie AO unter jedem Winkel gegen AA' geneigt sein, d. h. der Winkel $S''AO$ kann wachsen von o bis $+\pi$ und von o bis $-\pi$, mithin kann ω, welches immer gleich dem halben Winkel $S''AO$ ist, alle Werthe zwischen $+\frac{1}{2}\pi$ und $-\frac{1}{2}\pi$ haben. Folglich stellen die Gleichungen (1) einen Kegel vor, dessen Seiten alle die Strahlen darstellen, welche zur Wellen-Normale A gehören. Es ist derselbe Kegel, den wir oben §. 15. (23) bereits aus andern Betrachtungen abgeleitet haben. Die jetzige Betrachtung giebt aber eine deutlichere Einsicht in die physikalische Natur desselben. Man mufs sich den einfallenden Strahl S'' entstanden denken aus einem Kegel dadurch, dafs die Seiten desselben mit seiner Axe zusammengefallen sind. Jede Seite, obgleich sie nun alle dieselbe Richtung haben, hat zwei Strahlen a' und b' erzeugt, deren Ort ein durch die Axe A gehender elliptischer Kegel ist, welcher von der Ebene senkrecht auf A in einem Kreise geschnitten wird.

Die beiden Strahlen a' und b' nenne ich zusammengehörige. Wenn der Strahl a' gegeben ist, findet man den dazu gehörigen b', indem man durch die Axe A und den Strahl a' eine Ebene legt, und eine zweite Ebene durch A senkrecht auf jene; diese zweite Ebene schneidet den Kegel in dem Strahle b'. Je zwei zusammengehörige Strahlen sind senkrecht auf einander polarisirt und zwar jeder senkrecht auf der Ebene, die durch ihn und die Axe A gelegt ist. Wenn die Amplitude in dem einfallenden Strahle S'' mit I bezeichnet wird, rühren die zwei zusammengehörigen Strahlen a' und b' von dem Theil $\frac{I\beta}{2\pi}$ her, wo 2π die Peripherie eines Kreises vom Halbmesser 1 vorstellt, und β ein Element dieser Peripherie, weil man die Seiten des Kegels, aus welchem S'' durch das Verschwinden des Kegelwinkels entstanden,

sich alle mit gleicher Geschwindigkeit oscillirend vorstellen mufs. Ich werde die Geschwindigkeiten in den Strahlen b' und a'' mit $\frac{Q'\beta}{2\pi}$ und $\frac{Q''\beta}{2\pi}$ bezeichnen. Um ihre Ausdrücke zu finden, haben wir in (3) §. 17. zu setzen:

$$P = \frac{p\beta}{2\pi} \qquad S = \frac{s\beta}{2\pi}$$

$$x' = 180 - \omega \qquad x'' = 90 + \omega$$

$$\phi' = \phi''$$

$$j = k = \omega$$

$$D' = \frac{Q'\beta}{2\pi} \qquad D'' = \frac{Q''\beta}{2\pi}.$$

Man findet hierdurch:

$$N = -\sin(\phi+\phi')\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \sin^2\phi' \sin 2n\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\right)$$

$$\left.\begin{aligned} NQ' &= -2\sin\phi\cos\phi\left\{P\sin(\phi+\phi')\sin\omega + S\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\right)\cos\omega\right\} \\ NQ'' &= -2\sin\phi\cos\phi\left\{P\sin(\phi+\phi')\cos\omega - S\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\right)\sin\omega\right\}\end{aligned}\right\} (2)$$

$$U' = \frac{\sin\phi'\cos\phi' - \sin^2\omega\sin^2\phi'\sin 2n\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}}{\sin\phi\cos\phi}$$

$$U'' = \frac{\sin\phi'\cos\phi' - \cos^2\omega\sin^2\phi'\sin 2n\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}}{\sin\phi\cos\phi}.$$

Der Werth von Q'' gehört einem Strahle an, dessen Neigung gegen die Axe A ist q'' und der sich im Azimuth ω befindet, der Werth von Q' gehört zu dem unter q' geneigten Strahle, welcher sich im Azimuth $\omega - 90$ befindet. Führt man in ihn statt ω sein zugehöriges Azimuth ein, d. h. setzt man statt ω den Winkel $\omega' + 90$, so sieht man, dafs für $\omega' = \omega$ auch $Q' = Q''$. Man kann daher die beiden Gleichungen (2) eben so wie wir es bei den beiden Gleichungen (1) gesehen haben, durch eine ersetzen, in welcher die Geschwindigkeit durch das correspondirende Azimuth des Strahls ausgedrückt ist, also durch den Werth für Q''. Dabei mufs man aber bemerken, dafs alsdann jede Seite des Kegels (1) als doppelt zu betrachten ist, einmal einen gewöhnlichen Strahl vorstellend und dann auch einen ungewöhnlichen, in beiden Fällen findet aber dieselbe Geschwindigkeit in derselben Richtung statt, die man also addiren kann. Demnach wird man die jeder einzelnen Seite des Kegels

angehörige Geschwindigkeit erhalten, wenn man Q'' mit 2 multiplicirt. Ich werde die Neigung einer Seite des Kegels gegen die Axe A im Azimuth ω mit q bezeichnen, und die Geschwindigkeit in dem durch diese Seite dargestellten Strahle mit Q, alsdann ist:

$$\tang q = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \cos\omega$$

(3)

$$Q = 4\sin\phi\cos\phi\left\{\frac{P\sin(\phi+\phi')\cos\omega - S\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\right)\sin\omega}{\sin(\phi+\phi')\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\right)}\right\}.$$

Dieser Ausdruck enthält das Gesetz, nach welchem ein einfallender Lichtstrahl sich in den Seiten des Refractions-Kegels verbreitet, wenn er ursprünglich in dem Azimuth dessen Tangente $= \frac{P}{S}$ polarisirt auf eine brechende Ebene fällt, deren Normale in dem spitzen Winkel der optischen Axen liegt. Die Intensität des Lichtes in der Seite des Kegels, welche in Beziehung auf die Ebene der optischen Axen in dem Azimuth ω liegt, ist nämlich:

$$Q^2 U = \frac{Q^2\left(\sin\phi'\cos\phi' - \cos^2\omega\sin^2\phi'\sin 2n\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\right)}{\sin\phi\cos\phi}.$$

Zwischen ϕ und ϕ' hat man die Relation $\nu\sin\phi = \sin\phi'$ und ϕ' ist hier die Neigung der Normale der brechenden Ebene gegen die optische Axe. Setzt man $\phi' = o$, d. h. nimmt man an, daſs die Ebene, durch welche das Licht in den Krystall eintritt, senkrecht auf der optischen Axe steht, so erhält man:

$$(Q) = 4(P\cos\omega - S\sin\omega),$$

woraus erhellt, daſs in der Seite des Kegels, welche im Azimuth der ursprünglichen Polarisation liegt, das Licht $= o$ ist, und daſs es ein Maximum in der Seite, deren Azimuth senkrecht auf der ursprünglichen Polarisations-Ebene steht, ist. Ein ähnliches nur durch die Brechung der Wellen-Ebene modificirtes Verhältniſs findet allgemein statt; denn man kann (3) immer in die Form $Q = A\sin(B-\omega)$ bringen.

In der Wirklichkeit ist es nun aber nicht ein Strahl, welcher auffällt, sondern ein Strahlencylinder; dieser erzeugt nicht einen einfachen Lichtkegel, sondern das gebrochene Licht verbreitet sich über einen Raum, welcher von der Enveloppe unendlich vieler Refractions-Kegel eingeschlossen ist. Dadurch

wird nun sowohl die Vertheilung des Lichtes als die Lage seiner Polarisations-Ebene modificirt. Ehe ich mich aber hiermit beschäftige, wird es gut sein zu untersuchen, was aus den Formeln (1) und (2) §. 17. für das reflectirte Licht in den Fällen wird, wo die gebrochene Wellen-Ebene senkrecht auf einer der optischen Axen steht. Die reflectirten Geschwindigkeiten R_p und R_s mufs man betrachten als zusammengesetzt aus den reflectirten Geschwindigkeiten, die zu den einzelnen gebrochenen Strahlen im Azimuth x' und x'' gehören; die einzelnen reflectirten Geschwindigkeiten, da sie dieselben Richtungen haben, addiren sich und man hat also:

$$R_p = \int (p\,P + s'\,S)\,\frac{\beta}{2\pi}$$

$$R_s = \int (p'\,P + s\,S)\,\frac{\beta}{2\pi},$$

wo $\int$ die Summe in Beziehung auf alle x' und x'' von o bis 2π bedeuten soll.

Die Gröfsen p, p', s, s' sind im Allgemeinen Functionen dieser Gröfsen. Man findet aber aus (2) §. 17.:

$$Np = -\sin(\phi+\phi')\left(\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi') + \sin^2\phi' \sin 2n\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\right)$$

$$Ns = +\sin(\phi-\phi')\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \sin^2\phi' \sin 2n\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\right)$$

$$Np' = o$$

$$Ns' = o,$$

woraus erhellt, dafs $\int p\beta = p\,2\pi$, $\int s\beta = s\,2\pi$, $\int p' = o$, $\int s' = o$, und dafs, wenn statt N sein Werth aus (2) gesetzt wird, man erhält:

$$R_p = \frac{\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi') + \sin^2\phi' \sin 2n\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \sin^2\phi' \sin 2n\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}} \qquad (5)$$

$$R_s = -\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}.$$

Dies sind genau die Formeln, welche man aus denen in (7) und (8) §. 17. erhält, wenn dort $\phi' = \phi''$ gesetzt wird. Die konische Refraction übt also auf die Reflexion keinen Einflufs aus.

Die Bewegungen Q in (3) stehen senkrecht auf dem Azimuth ω, zerlegt man dieselben nach dem Azimuth $0°$ und $90°$ und nimmt die respectiven Summen dieser Componenten, so müssen deren Werthe zusammenfallen mit D'

und D'' in (7) oder (8) des §. 17., wenn dort $\phi' = \phi''$ gesetzt wird. So findet man es in der That. Die Componenten der Geschwindigkeiten im Azimuth 0° sind:

$$-Q \sin\omega \frac{\beta}{2\pi}, \text{ und im Azimuth } 90°\text{: } Q \cos\omega \frac{\beta}{2\pi}.$$

Es sollen also die Summen $-\int Q \sin\omega \frac{\beta}{2\pi}$ und $\int Q \cos\omega \frac{\beta}{2\pi}$ gleich sein den Werthen von D' und D'' in (7) und (8) §. 17., diese Summen genommen in Beziehung auf alle Seiten des einfallenden Lichtstrahls, den wir uns als einen mit seiner Axe zusammengefallenen Lichtkegel gedacht haben. Wir müssen uns erinnern, dafs ω immer der halbe Winkel $S''AO$ Fig. 10. ist; ich bezeichne diesen Winkel mit α. Giebt man dem α alle Werthe zwischen $+\pi$ $-\pi$, so erhält man die gebrochenen Strahlen, welche allen Seiten des einfallenden Strahls entsprechen, und man kann statt β schreiben $d\alpha$. Dadurch verwandelt sich die erste Summe in:

$$-\int Q \sin\omega \frac{\beta}{2\pi} = -\int_{-\pi}^{+\pi} Q \sin\tfrac{1}{2}\alpha \frac{d\alpha}{2\pi},$$

oder wenn man wieder ω einführt, $\omega = \frac{1}{2}\alpha$:

$$-\int Q \sin\omega \frac{\beta}{2\pi} = -\int_{-\frac{1}{2}\pi}^{+\frac{1}{2}\pi} Q \sin\omega \frac{d\omega}{\pi}.$$

Eben so ist:

$$\int Q \cos\omega \frac{\beta}{2\pi} = \int_{-\frac{1}{2}\pi}^{+\frac{1}{2}\pi} Q \cos\omega \frac{d\omega}{\pi}.$$

Hierin die Werthe für Q aus (3) gesetzt, erhält man:

$$-\int Q \sin\omega \frac{\beta}{2\pi} = \frac{2\sin\phi\cos\phi\, S}{\sin(\phi+\phi')}$$

$$\int Q \cos\omega \frac{\beta}{2\pi} = \frac{2\sin\phi\cos\phi\, P}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n \sin^2\phi'},$$

welches eben die Werthe für D' und D'' in (7) und (8) §. 17. sind, wenn dort $\phi' = \phi''$ gesetzt wird.

Bis jetzt habe ich angenommen, dafs die brechende Ebene senkrecht auf der Ebene der optischen Axen steht. Ich werde jetzt den allgemeinen Fall betrachten, wo die brechende Ebene irgend welche Lage habe. Ihre Normale sei gegen die optische Axe unter ϕ' geneigt, und die Ebene durch

diese Normale und die optische Axe, d. i. die Einfalls-Ebene bilde mit der Ebene der beiden optischen Axen den Winkel λ, diesen Winkel λ in demselben Sinne gerechnet wie vorher ω. Die Polarisations-Ebenen irgend zweier zusammengehöriger Strahlen des elliptischen Kegels liegen im Azimuth x' und x'', diese Buchstaben in der Bedeutung der Formeln (1) (2) (3) §. 17. genommen. Es sei:

$$\omega' = 180 - x' = x'' - 90,$$

wo also ω' das Azimuth des ungewöhnlichen Strahls in Beziehung auf die Einfalls-Ebene ist. Dann ist der Winkel, den wir vorher mit ω bezeichnet haben, d. h. das Azimuth des ungewöhnlichen Strahls in Beziehung auf die Ebene der optischen Axen $= \omega' + \lambda$. Man hat also aus (1) dieses §.:

$$\operatorname{tang} q' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \sin(\omega' + \lambda)$$

$$\operatorname{tang} q'' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \cos(\omega' + \lambda).$$

Durch Einführung von ω' statt x' und x'' und dieser Werthe von $\operatorname{tang} q'$ und $\operatorname{tang} q''$ in (3) §. 17. und durch Substituirung von $\frac{P\beta}{2\pi}$, $\frac{S\beta}{2\pi}$ statt P und S erhält man, wenn die Geschwindigkeiten in den beiden zusammengehörigen Strahlen wiederum mit $\frac{Q'\beta}{2\pi}$ und $\frac{Q''\beta}{2\pi}$ bezeichnet wird:

$$Q' = \frac{2\sin\phi\cos\phi\left(P\sin(\phi+\phi')\sin\omega' + S\left(\cos\omega'\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\cos(\omega'+\lambda)\right)\right)}{\sin(\phi+\phi')\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\cos\lambda\right)}$$

$$Q'' = \frac{2\sin\phi\cos\phi\left(P\sin(\phi+\phi')\cos\omega' - S\left(\sin\omega'\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\sin(\omega'+\lambda)\right)\right)}{\sin(\phi+\phi')\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\cos\lambda\right)}$$

Die Werthe für q' und Q' gehören Strahlen an, welche im Azimuth $\omega' - 90$ liegen; führt man in ihre Ausdrücke diese ihnen angehörigen Azimuthe ein, d. h. setzt man statt ω' den Winkel $\omega' + 90$, so findet man $q' = q''$ und $Q' = Q''$. Man kann also auch hier den Strahl im Azimuth ω' als bestehend aus zweien betrachten, einem gewöhnlichen und einem ungewöhnlichen, in beiden dieselbe Geschwindigkeit und von gleicher Richtung. Man erhält demnach die Geschwindigkeit in einem Strahl in dem Azimuth ω', wenn man Q'' mit 2 multiplicirt. Nennt man also Q die Geschwindigkeit eines Strahls im Azimuth

ω' und seine Neigung gegen die optische Axe q, so hat man, wenn statt ω' sein Werth $= \omega - \lambda$ gesetzt wird:

$$Q = 2Q'' = \frac{4\sin\phi\cos\phi\left(P\sin(\phi+\phi')\cos(\omega-\lambda) - S\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\sin(\omega-\lambda) - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\sin\omega\right)\right)}{\sin(\phi+\phi')\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\cos\lambda\right)} \quad (6)$$

Setzt man $\lambda = 0$, so reproducirt sich der durch (3) dargestellte Fall, aber $\lambda = 180$ stellt den Fall dar, wo die Normale der brechenden Ebene in dem stumpfen Winkel der optischen Axen liegt, und man erhält in diesem Falle:

$$Q = -\frac{4\sin\phi\cos\phi\left(P\sin(\phi+\phi')\cos\omega - S\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') + \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\right)\sin\omega\right)}{\sin(\phi+\phi')\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') + \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n\sin^2\phi'\right)}.$$

Für die reflectirten Strahlen erhält man die Geschwindigkeiten, wenn man die Summen nimmt der einzelnen Geschwindigkeiten, die jedem einzelnen gebrochenen Strahl des elliptischen Kegels entsprechen. Also:

$$R_p = P\int\frac{p\,\beta}{2\pi} + S\int\frac{s'\beta}{2\pi}$$

$$R_s = P\int\frac{p'\beta}{2\pi} + S\int\frac{s\,\beta}{2\pi}.$$

Man findet:

$$\int\frac{\beta}{2\pi}\,p = \frac{\left(\sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi') + \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin^2\phi'\sin 2n\cos\lambda\right)}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin^2\phi'\sin 2n\cos\lambda}$$

$$\int\frac{\beta}{2\pi}\,s = -\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')}$$

$$p' = 0$$

$$\int\frac{\beta}{2\pi}\,s' = \frac{\frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2\phi\sin^2\phi'\sin 2n\sin\lambda}{\sin(\phi+\phi')\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') + \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin^2\phi'\sin 2n\cos\lambda\right)}.$$

Dieselben Ausdrücke erhält man auch, wenn man die conische Refraction unberücksichtigt läfst, und die Werthe für p, s, p', s' sucht für irgend eine brechende Ebene, wenn die Einfalls-Ebene durch eine der optischen Axen geht und der Strahl so gebrochen wird, dafs die gebrochene Wellen-Ebene senkrecht auf der optischen Axe steht, was darauf hinauskommt, in (2) §. 17. zu setzen:

$$x' = 180 + \tfrac{1}{2}\lambda \qquad x'' = 90 - \tfrac{1}{2}\lambda$$

$$\operatorname{tang} q' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \sin \tfrac{1}{2}\lambda \quad \text{und} \quad \operatorname{tang} q'' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu^2} \sin 2n \cos \tfrac{1}{2}\lambda.$$

Die konische Refraction übt also allgemein keinerlei Art von Einflufs aus auf die Phänomene der reflectirten Strahlen.

Wir haben nun noch zu untersuchen, wie sich die Vertheilung des Lichtes in dem elliptischen Kegel verhält, wenn das einfallende Licht nicht polarisirt ist. Das natürliche Licht mufs man als eine so rasche Folge von Oscillationen nach allen Richtungen ansehen, dafs man diese innerhalb einer sehr kleinen Zeit als gleich in den einzelnen Richtungen annehmen kann.

Setzt man in den Ausdruck von Q für P und S ihre Werthe $P = I\sin\beta$ und $S = I\cos\beta$, wo I^2 die Intensität des einfallenden Lichtes und β irgend ein Azimuth der Oscillation bezeichnet, nimmt ferner das Quadrat von Q und multiplicirt dies mit $\frac{\partial\beta}{2\pi}$, so erhält man die Intensität des Lichtes I'^2 in jedem Strahl des Kegels für nicht polarisirtes einfallendes Licht, wenn man von $UQ^2 \frac{\partial\beta}{2\pi}$ das Integral von o bis $+2\pi$ nimmt. Man hat also:

$$I'^2 = \int_o^{2\pi} U Q^2 \frac{\partial\beta}{2\pi}, \text{ d. i.}$$

$$I'^2 = 8 I^2 \sin^2\phi \cos^2\phi \left\{ \frac{\cos^2(\omega-\lambda)\sin^2(\phi+\phi') + \left(\sin(\omega-\lambda)\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n \sin^2\phi' \cos\lambda\right)^2}{\left(\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi') - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n \sin^2\phi' \cos\lambda\right)^2 \sin^2(\phi+\phi')} \right\} U$$

$$U = \frac{\sin\phi'\cos\phi' - \frac{\pi^2-\mu^2}{2\nu^2}\sin 2n \cos^2(\omega-\lambda)\sin^2\phi'}{\sin\phi\cos\phi}.$$

Vernachlässigt man $\pi^2 - \mu^2$, so erhält man als erste Annäherung:

$$I'^2 = 2 I^2 \frac{\sin 2\phi \sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')} \left\{ \frac{\cos^2(\omega-\lambda)}{\cos^2(\phi-\phi')} + \sin^2(\omega-\lambda) \right\},$$

woraus man sieht, dafs nur, wenn die brechende Ebene senkrecht auf der optischen Axe steht, das Licht gleichförmig in dem Kegel verbreitet ist; im Allgemeinen hat die Lichtintensität ein Maximum in $\omega = \lambda$ und ein Minimum in $\omega = \lambda - 90$, und das Maximum verhält sich zum Minimum wie 1 zu $\cos^2(\phi - \phi')$. In den Beobachtungen des Herrn Lloyd am Arragonit (*Pogg. Ann.* Bd. XXVIII.) war dieser Unterschied klein genug, da ϕ' nur etwa 9° betrug, dafs derselbe unbemerkt bleiben konnte.

In der Wirklichkeit haben wir es nicht mit einem Lichtstrahl zu thun, sondern mit einem Strahlen-Cylinder. Es sei Fig. 15. $AA'\,DD'$ der Durchschnitt der Einfalls-Ebene mit dem einfallenden Strahlen-Cylinder, ABC und $A'B'C'$ die Durchschnitte derselben Ebene mit den Refractions-Kegelflächen, die zu den beiden einfallenden Strahlen AD und AD' gehören, AB und $A'B'$ die Richtung der optischen Axe. Die Bewegungen, welche nach irgend einem Punkte F geschickt werden, rühren her von alle denjenigen Punkten des Durchschnitts AA' des einfallenden Strahlen-Cylinders mit der brechenden Ebene, von denen die durch die Wellen-Ebene AA'' erregten Bewegungen zu gleicher Zeit in F anlangen. Wenn man durch F die FG parallel mit der optischen Axe zieht und durch FG den Refractions-Kegel FGE beschreibt, so wird dieser von der brechenden Ebene im Allgemeinen in einer Ellipse geschnitten. Das Stück dieser Ellipse, welches innerhalb des Durchschnitts AA des einfallenden Strahlen-Cylinders mit der brechenden Ebene liegt, enthält alle diejenigen Punkte dieses Durchschnitts AA', von denen die Bewegungen zu gleicher Zeit in F anlangen. Diese Bewegungen finden nicht alle in derselben Richtung statt, sie müssen also erst zerlegt und dann addirt werden, um die in F resultirende Bewegung zu erhalten. Dies führt zu schwierigen Rechnungen, und das Resultat hängt auch in den einfachern Fällen von elliptischen Transcendenten ab. Ich werde, um das Prinzip zu erläutern, diese Rechnung nur für einen sehr speziellen und einfachen Fall durchführen, der frei von analytischen Schwierigkeiten ist. Ich werde annehmen, daſs die brechende Ebene senkrecht auf der optischen Axe stehe, und daſs die einfallenden Strahlen einen geraden Cylinder bilden. Es sei Fig. 11. der Kreis ABC der Durchschnitt dieses Cylinders mit der brechenden Ebene. Sein Durchmesser $AB \sin = 2\varrho$. Durch irgend einen Punkt D innerhalb des Krystalls, dessen Entfernung von der brechenden Ebene d sei, ziehen wir eine Linie parallel mit der optischen Axe, welche die brechende Ebene in dem Punkte E der Fig. 11. schneidet. Ferner legen wir durch DE die Ebene der beiden optischen Axen, welche den Durchschnitt EF Fig. 11. mit der brechenden Ebene bildet. Auf EF machen wir $EG = \frac{\pi^2 - u^2}{2\nu^2}\, d \sin 2n = R$ und beschreiben um G mit GE einen Kreis. Der durch den Punkt D und diesen Kreis gelegte Kegel ist der zu D gehörige Refractions-Kegel. Die Bewegungen, welche von dem einfallenden Strahlen-Cylinder nach D geschickt werden, rühren von den Strahlen her, welche die brechende Ebene

in dem Kreisbogen HI schneiden. Es ist hiernach leicht, auf der durch D parallel mit der brechenden Ebene gelegten Ebene die Punkte zu bestimmen, welche von dem einfallenden Strahlen-Cylinder Licht erhalten. Die Grenzen dieser Punkte werden diejenigen sein, für welche die durch die E-Punkte auf die eben angegebene Weise construirten Kreise den Kreis ABC berühren, für welche also $GN = R \pm \varrho$ ist. Zieht man durch E die Linie EM parallel mit GN und die Linie BA parallel mit EF, so ist $NM = EG = \frac{\pi^2 - u^2}{2\nu^2} \sin 2nd$. Der Punkt M ist also seiner Lage nach unabhängig von E, und ME ist immer die Entfernung des Mittelpunktes N von dem Mittelpunkte G des durch E beschriebenen Kreises. Zu den Grenzpunkten D, welche noch Licht von ABC erhalten, gehören also solche E-Punkte, für welche $ME = R \pm \varrho$. Diese liegen also in zwei um M beschriebenen concentrischen Kreisen PQ und $P'Q'$, deren Halbmesser $MP = \frac{\pi^2 - u^2}{2\nu^2} d \sin 2n - \varrho$ und $MP' = \frac{\pi^2 - u^2}{2\nu^2} d \sin 2n + \varrho$ sind. Man hat nur durch diese Kreise zwei gerade Cylinder zu legen, die Durchschnitte derselben mit der Ebene, welche parallel mit der brechenden durch D gelegt ist, enthält die Grenzpunkte, nach welchen von dem einfallenden Licht-Cylinder, dessen Basis ABC ist, noch Strahlen gelangen. — Wenn $R = \varrho$, so wird der Halbmesser des innern Kreises APQ gleich o. Wenn $R < \varrho$, so wird der Halbmesser dieses Kreises negativ, und das will sagen, er bekommt eine Lage wie in Fig. 12., wo er die innere Seite des Kreises ABC berührt. Hier aber hat dieser Kreis auch eine andere Bedeutung; innerhalb seiner liegen alle E-Punkte von der Beschaffenheit, dafs wenn man um ihre G-Punkte mit R Kreise beschreibt, diese den Kreis ABC gar nicht schneiden. Nach den diesen E-Punkten angehörenden D-Punkten kommen also alle Radien eines ganzen Refractions-Kegels. In dem Ringe zwischen AQP und $RQ'P'$ liegen die Punkte, welche nur einen Theil der Radien eines solchen Kegels erhalten.

Die Lage des Punktes D werde bestimmt durch seine Entfernung $R+x$ von der durch M gelegten optischen Axe und durch die Neigung der durch diese Axe und ihn gelegten Ebene gegen die durch dieselbe Axe und N gelegte Ebene, d. i. durch den Winkel $PME = \Pi$. — Beschreibt man um M den Kreis abc mit dem Halbmesser ϱ, und um E einen Kreis mit dem Halbmesser R, welcher jenen in h und i schneidet, so ist der Bogen hi gleich dem Bogen HI und die Radien Eh, Ei, EM sind gegen PA unter doppelt so

grofsem Winkel geneigt, als EH, EI, En, wo n den Durchschnitt von GN mit dem um G beschriebenen Kreise bezeichnet.

Es sei Winkel $MEh = MEi = z'$, so ist:

$$\sin^2 \tfrac{1}{2} z' = \frac{\varrho^2 - x^2}{2R(R+x)}.$$

Ein Radius Ev bilde mit EM den Winkel z, und der Punkt V innerhalb des Kreises ABC entspreche dem v auf die Weise, dafs EV mit En den Winkel $\frac{1}{2} z$ bilde. Die Geschwindigkeit, welche von V nach E gelangt, werde mit Q bezeichnet. Diese Geschwindigkeit Q ist eine Function der Neigung von VE gegen AB, d. i. von $\frac{1}{2}(\Pi+z)$, und sie ist senkrecht gegen VE gerichtet. Zerlegen wir sie nach EN und senkrecht darauf, und nennen wir die erste Componente p', die zweite s', so ist:

$$p' = Q \sin \tfrac{1}{2} z \qquad s' = Q \cos \tfrac{1}{2} z.$$

Multipliciren wir diese Componenten mit dem Element des Bogens HI, d. i. mit $R\partial z$, und nehmen die Summe von $-z'$ bis $+z'$, so erhalten wir die Componenten p und s der in E vom Bogen HI resultirenden Bewegung:

$$p = R\int_{-z'}^{+z'} Q \sin \tfrac{1}{2} z\, \partial z \qquad s = R\int_{-z'}^{+z'} Q \cos \tfrac{1}{2} z\, \partial z.$$

Setzen wir hierin den Werth für Q aus (4)

$$p = \frac{4R}{1+\nu} \int \{P \cos \tfrac{1}{2}(\Pi+z) - S \sin \tfrac{1}{2}(\Pi+z)\} \sin \tfrac{1}{2} z\, \partial z$$

$$s = \frac{4R}{1+\nu} \int \{P \cos \tfrac{1}{2}(\Pi+z) - S \sin \tfrac{1}{2}(\Pi+z)\} \cos \tfrac{1}{2} z\, \partial z$$

und hieraus:

$$(10) \qquad \begin{aligned} p &= -\frac{4R}{(1+\nu)} \{P \sin \tfrac{1}{2}\Pi + S \cos \tfrac{1}{2}\Pi\} (z' - \sin z') \\ s &= \frac{4R}{(1+\nu)} \{P \cos \tfrac{1}{2}\Pi - S \sin \tfrac{1}{2}\Pi\} (z' + \sin z'), \end{aligned}$$

wo

$$\sin^2 \tfrac{1}{2} z' = \frac{\varrho^2 - x^2}{2R(R+x)}$$

und $\varrho + x$ die Entfernung des Punktes D oder E von der innern Grenze und $\varrho - x$ seine Entfernung von der äufsern Grenze des Ringes, innerhalb dessen alle Punkte liegen, wohin Bewegung geschickt wird. Wenn $\varrho^2 - x^2$ negativ wird, so bekommt der durch $R+x$ und Π und ∂ seiner Lage nach bestimmte Punkt keine Bewegung mehr; wenn aber $\frac{\varrho^2 - x^2}{2R(R+x)} = 1$ oder > 1 wird, so

ist in (10) statt z' immer π, d. i. der halbe Umfang eines Kreises, dessen Radius $= 1$ zu setzen. In diesem Fall erhält man:

$$\begin{aligned} p \sin \tfrac{1}{2}\Pi - s \cos \tfrac{1}{2}\Pi &= -\frac{4R\pi P}{1+\nu} \\ p \cos \tfrac{1}{2}\Pi + s \sin \tfrac{1}{2}\Pi &= -\frac{4R\pi S}{1+\nu}. \end{aligned} \qquad (11)$$

Die Gröfsen links sind aber die Componenten der nach D geschickten Geschwindigkeiten, senkrecht und parallel mit der Ebene der optischen Axen, wie auch P und S die entsprechenden Componenten in dem einfallenden Lichte sind. In diesem Falle bleibt also die Polarisations-Ebene im gebrochenen Licht dieselbe, als sie im einfallenden Lichte war. Dies gilt für alle Punkte, deren E-Punkte innerhalb des Kreises APQ Fig. 12. liegen; von hier an, d. h. für die Punkte, welche aufserhalb dieses Kreises liegen, dreht sich die Polarisations-Ebene, bis die äufsersten beleuchteten Punkte im Kreise $BP'Q'$ senkrecht auf ihrem Azimuth, d. h. senkrecht auf der Linie, die von ihnen nach B gezogen ist, polarisirt sind. Die Ausdrücke in (11) sind übrigens dieselben, welche wir für D' und D'' in §. 17. (7) und (8) gefunden haben, wenn dort $\nu \sin\phi = \sin\phi' = \sin\phi''$ und $\phi = o$ gesetzt wird.

Wenn $R > \varrho$, so ist die Mitte des hohlen Ringes APQ ohne Licht. Sowohl die Lichtstrahlen auf dem äufsern als innern Umfang des hohlen Ringes sind senkrecht auf ihren Azimuthen polarisirt, d. h. erstere senkrecht auf der Ebene, die durch dieselben und durch die optische Axe in B gelegt wird, letztere senkrecht auf der Ebene, die durch sie und die optische Axe in A gelegt wird.

Wenn das einfallende Licht nicht polarisirt war, so erhalten wir aus (10):

$$\begin{aligned} p^2 &= \frac{8R^2}{(1+\nu)^2} I^2 (z' - \sin z')^2 \\ s^2 &= \frac{8R^2}{(1+\nu)^2} I^2 (z' + \sin z')^2. \end{aligned}$$

Für $z' = o$, d. h. $x = \pm\varrho$, ist das Licht senkrecht auf dem Azimuth $\frac{1}{2}\Pi$ polarisirt. Für $\sin z = 0$ und $z = \pi$ ist das Licht im natürlichen Zustande. Für die übrigen Stellen ist es nur theilweis polarisirt, senkrecht auf dem Azimuth $\frac{1}{2}\Pi$, und der polarisirte Antheil ist:

$$\frac{s^2 - p^2}{s^2 + p^2} = \frac{2z\sin z}{z^2 + \sin^2 z}.$$

§. 19.

Ich werde mich in diesem §. mit der Untersuchung des Polarisations-Winkels beschäftigen, und zuerst mit den einfachern Fällen, wo das Problem eine vollständige Auflösung erlaubt. Es sind dies die drei Fälle, wo die Einfalls-Ebene zusammenfällt mit einer der drei rechtwinkligten Ebenen, durch je zwei Elasticitäts-Axen gelegt. Man hat in den Formeln (5) (6) (7) und (8) §. 17. $R_p = o$ zu setzen und hieraus ϕ zu bestimmen. Dieses ϕ ist der Winkel der vollständigen Polarisation.

1) Es halbire die Einfalls-Ebene den spitzen Winkel der beiden optischen Axen, es ist also nach (5) §. 17.:

$$(1) \qquad o = R_p = \sin(\phi - \phi'') \cos(\phi + \phi'') \pm \frac{\sin^2\phi''}{e^2 E}.$$

Hierin ist:

$$\frac{1}{E} = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2} \cos k \sin 2v.$$

Nennt man ξ die Neigung der Normale der ungewöhnlichen Wellen-Ebene gegen die Elasticitäts-Axe, welche den spitzen Winkel der optischen Axen halbirt, so hat man:

$$\sin 2v \sin k = \sin 2n \cos\xi \quad \text{und} \quad \text{cotg}\, k = \sin\xi\, \text{cotg}\, n$$

und dies in $\frac{1}{E}$ substituirt, giebt:

$$\frac{1}{E} = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2} \cos^2 n \sin 2\xi = \frac{\pi^2 - \nu^2}{2} \sin 2\xi.$$

Diesen Werth in (1) substituirt und zugleich berücksichtigt, dafs $\frac{\sin^2\phi''}{e^2} = \sin^2\phi$ ist, erhält man:

$$(2) \qquad o = \sin(\phi - \phi'') \cos(\phi + \phi'') \pm \frac{\pi^2 - \nu^2}{2} \sin 2\xi \sin^2\phi.$$

Hieraus kann man ξ eliminiren mittelst der Neigung der reflectirenden Ebene gegen die Elasticitäts-Axe, welche den spitzen Winkel der optischen Axen halbirt. Diese Neigung sei $90 - I$, alsdann hat man:

$$(3) \qquad \xi - \phi'' = I \quad \text{oder} \quad \xi + \phi'' = I,$$

je nachdem in (2) das Zeichen + oder — vor $\frac{\pi^2 - \nu^2}{2}$ genommen werden mufs, weil nach (5) §. 17. das obere oder das untere Vorzeichen zu nehmen ist,

je nachdem $I < \xi$ oder $I > \xi$. Setzt man für ξ seine Werthe aus (3), so kann man beide daraus entstehende Gleichungen in eine zusammenziehen, wenn man dem I positive und negative Werthe giebt, und man erhält:

$$o = \sin(\phi - \phi'') \cos(\phi + \phi'') - \frac{\pi^2 - \nu^2}{2} \sin^2\phi \sin^2(I - \phi''). \qquad (4)$$

Zwischen ϕ und ϕ'' findet aber die Relation statt:

$$\sin^2\phi'' = \sin^2\phi\,(\mu^2 + (\pi^2 - \mu^2)\sin^2 v),$$

welche durch die Elimination von v durch ξ und I sich verwandelt in:

$$\sin^2\phi'' = \sin^2\phi \left(\frac{\pi^2 + \nu^2}{2} - \frac{\pi^2 - \nu^2}{2} \cos 2(I - \phi'')\right). \qquad (5)$$

Entwickelt man die Gleichungen (4) und (5) nach $\sin 2\phi''$ und $\cos 2\phi''$, so leitet man leicht folgende Werthe daraus ab:

$$\sin 2\phi'' = -\frac{(\pi^2 - \nu^2)\left(1 - (\pi^2 + \nu^2)\sin^2\phi\right)\sin^2\phi \sin 2I - \sin 2\phi\left(1 - (\pi^2 - \nu^2)\sin^2\phi \cos 2I\right)}{\left((\pi^2 - \nu^2)\sin^2\phi \sin 2I\right)^2 + \left(1 - (\pi^2 - \nu^2)\sin^2\phi \cos 2I\right)^2}$$

$$\cos 2\phi'' = \frac{\left(1 - (\pi^2 + \nu^2)\sin^2\phi\right)\left(1 - (\pi^2 - \nu^2)\sin^2\phi \cos 2I\right) + (\pi^2 - \nu^2)\sin 2\phi \sin^2\phi \cos 2I}{\left((\pi^2 - \nu^2)\sin^2\phi \sin 2I\right)^2 + \left(1 - (\pi^2 - \nu^2)\sin^2\phi \cos 2I\right)^2}.$$

Addirt man die Quadrate dieser beiden Gleichungen zusammen, so findet man nach einigen Reductionen für den gesuchten Polarisations-Winkel:

$$\sin^2\phi = \frac{(1 - \nu^2)\cos^2 I + (1 - \pi^2)\sin^2 I}{1 - \pi^2 \nu^2}. \qquad (6)$$

2) Wenn die Einfalls-Ebene den stumpfen Winkel der optischen Axen halbirt und senkrecht auf deren Ebene steht, so hat man die Gleichung (6) §. 17. auf eine ähnliche Art zu behandeln. Das Resultat ist aber leicht vorher zu sehen, man kann dasselbe aus (6) ableiten, indem man π^2 mit μ^2 vertauscht, und I mit I', wo $90 - I'$ die Neigung der reflectirenden Ebene gegen die Elasticitäts-Axe ist, welche den stumpfen Winkel der optischen Axen halbirt. Man hat also in diesem Falle:

$$\sin^2\phi = \frac{(1 - \nu^2)\cos^2 I' + (1 - \mu^2)\sin^2 I'}{1 - \nu^2 \mu^2}. \qquad (b)$$

3) Wenn die Einfalls-Ebene mit der Ebene der optischen Axen zusammenfällt, so ist in den Ausdrücken (7) §. 17. $R_p = o$ zu setzen. Dies $R_p = o$ verwandelt sich durch Einführung von ξ und I auf dieselbe Weise, wie in (2) dieses §., in:

$$(7)\qquad o = \sin(\phi - \phi'')\cos(\phi + \phi'') - \frac{\pi^2 - \mu^2}{2}\sin^2(I - \phi'')\sin^2\phi,$$

und für die Relation zwischen ϕ und ϕ'' erhält man:

$$(8)\qquad \sin^2\phi'' = \sin^2\phi\left(\frac{\pi^2 + \mu^2}{2} - \frac{\pi^2 - \mu^2}{2}\cos 2(I - \phi'')\right).$$

Hieraus findet man:

$$(9)\qquad \sin^2\phi = \frac{(1-\mu^2)\cos^2 I + (1-\pi^2)\sin^2 I}{1-\mu^2\,\pi^2}.$$

Die Lösung der Gleichung $R_p = o$ in (8) §. 17. erhält man aus (9) dieses §., wenn man statt μ^2 setzt π^2 und statt $\pi^2 : \mu^2$ und statt I den Winkel I', wo I' dieselbe Bedeutung wie vorher hat. Da aber hier $I + I' = 90°$, so ersieht man, dafs der Ausdruck (9) des Polarisations-Winkels durch diese Substitutionen nicht verändert wird.

Zufolge der Betrachtungen, welche uns in §. 8. zur Gleichung (3) geführt haben und die gültig sind, zu welcher Abtheilung von Krystallen das reflectirende Medium auch gehört, hängt der Winkel der vollständigen Polarisation allgemein auch hier ab von der Gleichung:

$$(10)\qquad ps - p's' = o.$$

Ich werde diese Gleichung auf eine einfachere Form zurückbringen. Setzt man:

$$\begin{aligned}
\sin x'\sin(\phi - \phi')\cos(\phi + \phi') + \sin^2\phi'\tang q' &= A'\\
\sin x''\sin(\phi - \phi'')\cos(\phi + \phi'') + \sin^2\phi''\tang q'' &= A''\\
-\sin x'\sin(\phi + \phi')\cos(\phi - \phi') + \sin^2\phi'\tang q' &= B'\\
-\sin x''\sin(\phi + \phi'')\cos(\phi - \phi'') + \sin^2\phi''\tang q'' &= B'',
\end{aligned}$$

so verwandeln sich die Ausdrücke für p, p', s, s' in (2) §. 17. in folgende:

$$\begin{aligned}
Np &= A'\cos x''\sin(\phi + \phi'') + A''\cos x'\sin(\phi + \phi')\\
Ns &= B'\cos x''\sin(\phi - \phi'') + B''\cos x'\sin(\phi - \phi')\\
Ns' &= A'B'' - A''B'\\
Np' &= -\cos x'\cos x''\sin 2\phi\sin(\phi' - \phi'').
\end{aligned}$$

Diese Ausdrücke in (10) substituirt, giebt:

$$\left.\begin{aligned}
&\left(A'\cos x''\sin(\phi + \phi'') + A''\cos x'\sin(\phi + \phi')\right)\left(B'\cos x''\sin(\phi - \phi'') + B''\cos x'\sin(\phi - \phi')\right)\\
&\quad + (A'B'' - A''B')\cos x'\cos x''\sin 2\phi\sin(\phi' - \phi'')
\end{aligned}\right\} = o.$$

Führt man die Multiplicationen aus, so übersieht man bald, dafs sich diese Gleichung unter folgender Form schreiben läfst:

$$\left(A'\cos x''\sin(\phi-\phi'')+A''\cos x'\sin(\phi-\phi')\right)\left(B'\cos x''\sin(\phi+\phi'')+B''\cos x'\sin(\phi+\phi')\right)=o.$$

Von den zwei Factoren dieser Gleichung enthält nur der erste der vorliegenden Frage genügende Wurzeln, wie man sich überzeugt, wenn man die Unterschiede der Elasticitäts-Axen $=o$ setzt. Der Winkel der vollständigen Polarisation hängt also allein ab von

$$A'\cos x''\sin(\phi-\phi'')+A''\cos x'\sin(\phi-\phi')=o,$$

oder nach Wiederherstellung der Werthe für A' und A'', von:

$$\sin x'\cos x''\cos(\phi+\phi')+\sin x''\cos x'\cos(\phi+\phi'')+\frac{\sin^2\phi'\tang q'\cos x''}{\sin(\phi-\phi')}+\frac{\sin^2\phi''\tang q''\cos x'}{\sin(\phi-\phi'')}=o. \quad (11)$$

Setzt man statt $\tang q'$ und $\tang q''$ ihre Werthe aus (2) und (5) §. 16. und statt $\frac{\sin^2\phi'}{o^2}$ und $\frac{\sin^2\phi''}{e^2}$ die Gröfse $\sin^2\phi$, so erhält man:

$$\sin x'\cos x''\cos(\phi+\phi')+\sin x''\cos x'\cos(\phi+\phi'')+\sin^2\phi\left(\frac{\sin j\sin(u-u')\cos x''}{\sin(\phi-\phi')}+\frac{\cos k\sin(v+v')\cos x'}{\sin(\phi-\phi'')}\right)\frac{\pi^2-\mu^2}{2}=o.$$

Ich werde hieraus angenäherte Werthe für $\sin\phi$, in denen nur die ersten Potenzen der Unterschiede der Elasticitäts-Axen berücksichtigt sind, ableiten. In dem mit $\pi^2-\mu^2$ multiplicirten Gliede kann man alsdann setzen $j=k$, $u=v$ und $u'=v'$, $\sin x'=-\cos x''$ und $\cos x'=-\sin x''$ und endlich $\phi'=\phi''$. Setzt man aufserdem:

$$\cos(\phi+\phi'')=\cos(\phi+\phi')+\sin(\phi+\phi')\sin(\phi'-\phi''),$$

so erhält man:

$$\cos(\phi+\phi')+\cos^2x'\sin(\phi+\phi')\sin(\phi'-\phi'')$$
$$=\frac{\sin^2\phi}{\sin(\phi-\phi')}\left(\cos j\sin(u+u')\cos x'-\sin j\sin(u-u')\sin x'\right)\frac{\pi^2-\mu^2}{2}.$$

Setzt man hierin:

$$\sin(\phi'-\phi'')=-\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\,\frac{\sin u\sin u'\sin^2\phi}{\sin\phi'\cos\phi'},$$

so hat man:

$$\cos(\phi+\phi')=\left\{\frac{(\cos j\sin(u+u')\cos x'-\sin j\sin(u-u')\sin x')}{\sin(\phi-\phi')}+\frac{\sin(\phi+\phi')}{\sin\phi'\cos\phi'}\cos x'\sin u\sin u'\right\}\sin^2\phi\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}. \quad (12)$$

Ich werde die mit $\frac{\pi^2-\mu^2}{2}$ multiplicirte Gröfse durch a bezeichnen, so dafs

$$\cos(\phi+\phi') = \alpha\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}$$

ist. Bei Vernachlässigung der höhern Potenzen von $\pi^2-\mu^2$ erhält man hieraus:

$$\sin^2\phi + \sin^2\phi' = 1-\sin\phi\cos\phi\,\alpha\,(\pi^2-\mu^2)$$

und da

$$\sin^2\phi' = \sin\phi\left(\frac{\pi^2+\mu^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(u-u')\right),$$

so ist:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\frac{\pi^2+\mu^2}{2}}\left\{1+(\cos(u-u')\sin^2\phi - \sin 2\phi\,\alpha)\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\right\}$$

und hierin wieder den Werth für α gesetzt, giebt:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\frac{1}{2}(\pi^2+\mu^2)}\times$$

$$\left\{1+\left(\cos(u-u') - \frac{\sin(\phi+\phi')\sin 2\phi}{\sin\phi'\cos\phi'}\sin u\sin u'\cos^2 x' - \sin 2\phi\,\frac{(\cos j\sin(u+u')\cos x' - \sin j\sin(u-u')\sin x')}{\sin(\phi-\phi')}\right)\sin^2\phi\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\right\}.$$

Man kann diesen Ausdruck noch zusammenziehen, wenn man setzt:

$$\cos^2 x' = \tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{2}\cos 2x'$$

und wenn man bedenkt, dafs die erste Annäherung, $\cos(\phi+\phi') = o$, giebt:

$$\frac{\sin(\phi+\phi')\sin 2\phi}{\sin\phi'\cos\phi'} = 2 \quad \text{und} \quad \sin(\phi-\phi') = -\cos 2\phi.$$

Dann erhält man:

$$(13)\quad \sin^2\phi = \frac{1}{1+\frac{1}{2}(\mu^2+\pi^2)}\times$$

$$\left\{1+(\cos u\cos u' - \sin u\sin u'\cos 2x' + \operatorname{tang} 2\phi(\cos j\sin(u+u')\cos x' - \sin j\sin(u-u')\sin x'))\sin^2\phi\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\right\}.$$

In diesen Ausdruck von $\sin^2\phi$ müssen statt u, u', x' ihre Werthe gesetzt werden, ausgedrückt durch den angenäherten Werth von $\sin^2\phi = \frac{1}{1+\frac{1}{2}(\mu^2+\pi^2)}$ und durch die Gröfsen, welche die Lage der reflectirenden Ebene und das Azimuth der Reflexions-Ebene bestimmen.

Die Normale der reflectirenden Ebene bilde mit den beiden optischen Axen die Winkel U und U'. Das Azimuth der Reflexions-Ebene sei X, und es werde gerechnet von derjenigen Ebene, welche den Winkel halbirt, welchen die beiden durch die Normale der brechenden Ebene und die beiden

optischen Axen gelegten Ebenen mit einander bilden. Dieser Winkel selbst werde mit $2J$ bezeichnet. Alsdann hat man:

$$\begin{aligned}
\cos u &= \cos\phi' \cos U + \sin\phi' \sin U \cos(X+J) \\
\cos u' &= \cos\phi' \cos U' + \sin\phi' \sin U' \cos(X-J) \\
-\cos(x'+j)\sin u &= \sin\phi' \cos U - \cos\phi' \sin U \cos(X+J) \\
-\cos(x'-j)\sin u' &= \sin\phi' \cos U' - \cos\phi' \sin U' \cos(X-J) \\
\sin(x'+j)\sin u &= \sin U \sin(X+J) \\
\sin(x'-j)\sin u' &= \sin U' \sin(X-J).
\end{aligned} \tag{14}$$

Eliminirt man mittelst dieser Ausdrücke u, u', x', j aus (13) und setzt in den mit $\pi^2-\mu^2$ multiplicirten Theil $\phi' = 90-\phi$, so erhält man nach einigen Reductionen:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\frac{1}{2}(\mu^2+\pi^2)}\left\{1-\left(\cos U\cos U' - \sin U \sin U' \begin{pmatrix} \cos(X-J)\cos(X+J) \\ +\sin(X-J)\sin(X+J)\cos 2\phi \end{pmatrix}\right)\frac{\sin^2\phi}{\cos 2\phi}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\right\}. \tag{15}$$

Man kann J eliminiren mittelst der Relationen:

$$\begin{aligned}
2\sin U \sin U' \cos^2 J &= \cos 2n - \cos(U+U') \\
-2\sin U \sin U' \sin^2 J &= \cos 2n - \cos(U-U')
\end{aligned}$$

und erhält alsdann:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\frac{1}{2}(\mu^2+\pi^2)} \times$$
$$\left\{1-\left(\cos U\cos U' + (\cos(U-U')-\cos 2n)\cos^2\phi - \sin U \sin U'(\cos^2 X + \sin^2 X \cos 2\phi)\right)\frac{\sin^2\phi}{\cos 2\phi}\,\frac{\pi^2-u^2}{2}\right\}$$

oder für $\sin^2\phi$ und $\cos^2\phi$ ihre angenäherten Werthe gesetzt:

$$\sin^2\phi = \frac{1}{1+\frac{1}{2}(\mu^2+\pi^2)} \times \tag{16}$$
$$\left\{1+\frac{\frac{\mu^2+\pi^2}{2}\cos 2n}{\frac{\mu^2+\pi^2}{2}-1}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2} - \left(\cos U\cos U'(1+\mu^2+\pi^2) - \sin U \sin U' \cos 2X\right)\frac{\frac{1}{2}(\pi^2-\mu^2)}{\frac{\mu^2+\pi^2}{2}-1}\right\}.$$

Man kann aber, da wir die Quadrate von $\pi^2-\mu^2$ vernachlässigt haben, schreiben:

$$\frac{1}{1+\frac{1}{2}(\mu^2+\pi^2)}\left(1-\frac{\frac{\mu^2+\pi^2}{2}\cos 2n}{1-\frac{(\mu^2+\pi^2)^2}{2}}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\right) = \frac{1}{1+\frac{\mu^2+\pi^2}{2}+\frac{\frac{\mu^2+\pi^2}{2}\cos 2n}{1-\frac{\mu^2+\pi^2}{2}}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}}$$

und dieser Ausdruck verwandelt sich, wenn für $\cos 2n$ sein Werth $\frac{\pi^2+\mu^2-2\nu^2}{\pi^2-\mu^2}$ gesetzt wird, in:

$$\frac{1-\frac{\mu^2+\pi^2}{2}}{1-\frac{\mu^2+\pi^2}{2}\nu^2}$$

und demnach hat man endlich:

$$\sin^2\phi = \frac{1-\frac{\mu^2+\pi^2}{2}}{1-\frac{\pi^2+\mu^2}{2}\nu^2}\left\{1+\frac{\cos U\cos U'(1+\mu^2+\pi^2)-\sin U\sin U'\cos 2X}{1-\left(\frac{\mu^2+\pi^2}{2}\right)^2}\,\frac{\pi^2-\mu^2}{2}\right\}.$$

Die sich unmittelbar darbietenden sehr merkwürdigen Folgerungen aus diesem angenäherten Ausdruck des Winkels der vollständigen Polarisation sind:

1) Dafs es in jeder reflectirenden Ebene zwei auf einander rechtwinklige Azimuthe der Einfalls-Ebenen giebt, in welchen der Winkel der vollständigen Polarisation ein Maximum und Minimum ist. In Beziehung auf diese Azimuthe ist das System von Polarisations-Winkeln der Ebene symmetrisch vertheilt, d. h. in je zwei Einfalls-Ebenen, welche gleich geneigt sind gegen die Einfalls-Ebene des Maximums oder Minimums des Polarisations-Winkels, finden sich gleiche Polarisations-Winkel. Die zwei Einfalls-Ebenen des gröfsten und kleinsten Polarisations-Winkels sind parallel dem gröfsten und kleinsten Radius vector des Schnittes, den die reflectirende Ebene mit der Elasticitäts-Fläche bildet, durch deren Mittelpunkt gelegt.

2) Dafs wenn die reflectirende Ebene senkrecht auf einer der optischen Axen steht, in welchem Falle nämlich $U = o$ oder $U' = o$ ist, die Winkel der vollständigen Polarisation in allen Azimuthen gleich sind.

Diese zwei Theoreme sind ganz analog den ähnlichen bei den einaxigen Krystallen und ich vermuthe, dafs sie auch hier nicht nur annäherungsweise, sondern streng stattfinden.

§. 20.

Bei dem durch Reflexion vollständig polarisirten Strahl bildet die Polarisations-Ebene mit der Einfalls-Ebene den Winkel α, und für diesen gelten dieselben Überlegungen, wie bei den einaxigen Krystallen in §. 8. Man hat:

$$(1)\qquad \operatorname{tang}\alpha = \frac{s'}{s},$$

wo in s', s die Werthe für ϕ, ϕ', ϕ'' zu setzen sind, welche der vollständigen Polarisation entsprechend durch §. 19. bestimmt sind. Wir haben oben §. 17. (2) gefunden:

$$Ns' = \sin 2\phi \{\sin x' \sin x'' \sin(\phi'-\phi'') \cos(\phi'+\phi'') - \sin^2\phi' \operatorname{tang} q' \sin x'' + \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q'' \sin x'\}. \quad (2)$$

Für s aber erhält man aus (2) §. 17., wenn man $\operatorname{tang} q'$ und $\operatorname{tang} q''$ mittelst (11) §. 19. eliminirt:

$$Ns = -\sin 2\phi (\cos x' \sin x'' \sin(\phi-\phi') + \cos x'' \sin x' \sin(\phi-\phi'')).$$

Man hat also:

$$\operatorname{tang}\alpha = -\frac{\sin x' \sin x'' \sin(\phi'-\phi'') \cos(\phi'+\phi'') - \sin^2\phi' \operatorname{tang} q' \sin x'' + \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q'' \sin x'}{\cos x' \sin x'' \sin(\phi-\phi') + \cos x'' \sin x' \sin(\phi-\phi'')}. \quad (3)$$

Wenn man nach (2) und (5) §. 16. setzt:

$$\operatorname{tang} q' = \frac{1}{o^2 O}, \qquad \operatorname{tang} q'' = \frac{1}{e^2 E}$$

und nach (34) §. 15.:

$$\frac{1}{O} = \frac{\pi^2-\mu^2}{2} \sin(u-u') \sin j, \qquad \frac{1}{E} = \frac{\pi^2-\mu^2}{2} \sin(v+v') \cos k$$

und endlich:

$$\frac{\sin^2\phi'}{o^2} = \frac{\sin^2\phi''}{e^2} = \sin^2\phi$$

und

$$\sin^2\phi \, \frac{\pi^2-\mu^2}{2} = \frac{\sin^2\phi' - \sin^2\phi''}{\cos(v+v') - \cos(u-u')},$$

so erhält man:

$$\operatorname{tang}\alpha \quad (4)$$
$$= -\sin(\phi'-\phi'') \left\{ \frac{\sin x' \sin x'' \cos(\phi'+\phi'') + \left(\frac{\sin(u-u') \sin j \sin x'' - \sin(v+v') \cos k \sin x'}{\cos(u-u') - \cos(v+v')}\right) \sin(\phi'+\phi'')}{\cos x' \sin x'' \sin(\phi-\phi') + \cos x'' \sin x' \sin(\phi-\phi'')} \right\}.$$

Numerisch kann man hieraus immer die Ablenkung der Polarisations-Ebene berechnen aus dem Winkel der vollständigen Polarisation, dem Azimuth der Einfalls-Ebene und denjenigen Gröfsen, wodurch die Lage der reflectirenden Ebene bestimmt ist, und man kann der Gleichung (3) leicht eine hiefür noch bequemere Form geben. Die vollständige analytische Elimination von x', x'', u, u', v, v' scheint aber zu weitläufigen Rechnungen zu führen, und ich werde mich daher begnügen, in dieser Elimination nur die erste Potenz von $\pi^2-\mu^2$ oder, was dasselbe ist, von $\sin(\phi'-\phi'')$ zu berücksichtigen. Bei dieser

Annäherung kann man im Ausdruck (4) setzen: $u = v$, $u' = v'$, $\sin x'' = -\cos x'$, $\cos x'' = -\sin x'$, $k = j$ und in dem mit $\sin(\phi' - \phi'')$ multiplicirten Theil $\phi' = \phi''$. Dann erhält man:

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{\sin(\phi'-\phi'')}{\sin(\phi-\phi')} \left\{ \frac{\sin u \sin u' \sin 2x' \cos 2\phi' + (\sin u \cos u' \sin(x+j) + \sin u' \cos u \sin(x-j)) \sin 2\phi'}{2 \sin u \sin u'} \right\}. \tag{5}$$

Aus (14) des vorigen §. erhält man:

$$\sin u \cos u' \sin(x+j) + \sin u' \cos u \sin(x-j) = \left\{ \begin{matrix} \sin U \cos U' \sin(X+J) \\ + \sin U' \cos U \sin(X-J) \end{matrix} \right\} \cos\phi' + \sin U \sin U' \sin 2X \sin\phi'$$

$$\sin u \sin u' \sin 2x = -\left\{ \begin{matrix} \sin U \cos U' \sin(X+J) \\ \sin U' \cos U \sin(X-J) \end{matrix} \right\} \sin\phi' + \sin U \sin U' \sin 2X \cos\phi'.$$

Dies in (5) substituirt und zugleich $\frac{-\sin(\phi'-\phi'')}{2 \sin u \sin u'} = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2} \frac{\sin^2\phi}{\sin 2\phi'}$ gesetzt, giebt:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\pi^2-\mu^2}{2} \frac{\sin^2\phi}{\sin 2\phi' \sin(\phi-\phi')} \{ \sin U \sin U' \sin 2X \cos\phi' + (\sin(U+U') \sin X \cos J + \sin(U-U') \cos X \sin J) \sin\phi' \}. \tag{6}$$

Von dem System der Ablenkungen der Polarisations-Ebene verschafft man sich eine übersichtliche Anschauung, wenn man diejenigen Einfalls-Ebenen aufsucht, wo dieselbe $= 0$ ist. Man erhält aus $\tan \alpha = 0$:

$$\sin U \sin U' \sin 2X \cos\phi' + (\sin(U+U') \sin X \cos J + \sin(U-U') \cos X \sin J) \sin\phi' = 0, \tag{7}$$

woraus X, nachdem für ϕ' der dem Polarisations-Winkel entsprechende Werth gesetzt ist, zu bestimmen ist. Untersuchen wir die einfachern Fälle, wo die reflectirende Ebene parallel mit einer der Elasticitäts-Axen ist:

1) $U - U' = 0$. Dies giebt:

$$\{\sin U \cos\phi' \cos X + \cos U \cos J \sin\phi'\} \sin X = 0.$$

Die vollständige Polarisation ohne Ablenkung der Polarisations-Ebene findet also statt:

a) bei $\sin X = 0$

b) bei $\cos X = -\operatorname{cotg} U \tan\phi' \cos J$,

wodurch im Allgemeinen vier Azimuthe der vollständigen Polarisation ohne Ablenkung bestimmt sind.

2) $U + U' = 180$. Dies giebt:

$$\{\sin U \sin X \cos\phi' + \cos U \sin J \sin\phi'\} \cos X = 0,$$

woraus:

c) $\cos X = 0$

d) $\sin X = -\operatorname{cotg} U' \sin J \tan\phi'$.

3) Wenn die reflectirende Ebene parallel mit der mittlern Elasticitäts-Axe ist, so ist entweder $J = 0$ oder $J = 90°$. Wir haben im erstern Falle:

e) $\sin X = 0$

f) $\cos X = -\frac{\sin(U+U')\tang\phi'}{2\sin U \sin U'}$

und im zweiten Falle:

g) $\cos X = 0$

h) $\sin X = -\frac{\sin(U-U')\tang\phi'}{2\sin U \sin U'}$.

Es giebt also im Allgemeinen in diesen Fällen aufser dem Hauptschnitt immer noch zwei andere Azimuthe, wo die vollständige Polarisation ohne Ablenkung ihrer Ebene stattfindet. Diese wollen wir näher untersuchen. Die Gleichungen b) und d) können zusammengefafst werden. Es sei $90-\xi$ die Neigung der reflectirenden Ebene gegen die den Winkel $2n$ der optischen Axen halbirende Elasticitäts-Axe, so dafs:

$$\cos U = \cos\xi \cos n$$
$$\sin J = \frac{\sin n}{\sin U}.$$

Dies in b) gesetzt, giebt:

$$\cos X = -\tang\phi' \frac{\tang\xi \cos^2 n}{\tang^2\xi + \sin^2 n}. \qquad (8)$$

Die Gleichung d) giebt eine ganz ähnliche Gleichung, nur dafs statt n steht $90-n$ und dafs ξ nicht wie in (8) die Neigung gegen die π Axe bedeutet, sondern gegen die μ Axe. Die Eigenschaften der reflectirenden Ebenen, welche durch (8) ausgedrückt ist, werden am leichtesten erkannt, wenn wir diese Gleichung umkehren und schreiben:

$$\tang\xi = -\frac{\frac{1}{2}\tang\phi' \cos^2 n}{\cos X} \pm \sqrt{\frac{\tang^2\phi' \cos^4 n}{4\cos^2 X} - \sin^2 n}, \qquad (9)$$

woraus sich ergiebt, dafs jedem Werthe von $\cos X$ zwei positive Werthe von $\tang\xi$ entsprechen, dafs aber $\cos^2 X$ ein Maximum hat, welches nicht überschritten werden kann. Unterscheiden wir zwei Fälle:

1) wo das Maximum von $\cos X$ reel ist. Die Bedingung dafür ist:

$$\tang^2\phi' < \frac{4\tang^2 n}{\cos^2 n}. \qquad (10)$$

Das Maximum selbst ist:

$$\cos X = -\frac{\tang\phi'\cos^2 n}{2\sin n}$$

und es fällt auf die Fläche, für welche

$$(11) \qquad \tang\xi = \sin n.$$

Die Grenze der Möglichkeit dieses Maximums ist:

$$\tang^2\phi' = \frac{4\tang^2 n}{\cos^2 n},$$

alsdann ist $\cos X = -1$, für die reflectirende Ebene bleibt $\tang\xi = \sin n$.

2) Wo das Maximum vor $\cos X$ nicht reel ist. Dies tritt ein, wenn

$$\tang^2\phi' > \frac{4\tang^2 n}{\cos^2 n}.$$

Der $\cos X$ wird hier -1 bei:

$$\tang\xi' = \tfrac{1}{2}\tang\phi'\cos^2 n - \tfrac{1}{2}\sqrt{\tang^2\phi'\cos^4 n - 4\sin^2 n}$$

(12) und

$$\tang\xi'' = \tfrac{1}{2}\tang\phi'\cos^2 n + \tfrac{1}{2}\sqrt{\tang^2\phi'\cos^4 n - 4\sin^2 n}.$$

Auf allen reflectirenden Ebenen zwischen diesen beiden durch ξ' und ξ'' bestimmten ist es nur der Hauptschnitt, in welchem die vollständige Polarisation ohne Ablenkung der Polarisations-Ebene stattfinden kann. Zwischen $\xi = \xi'$ und $\xi = 0$ und zwischen $\xi = \xi''$ und $\xi = 90$ erscheinen zwei neue solcher Azimuthe aufser dem Hauptschnitt und nehmen ab von 180° bis 90°.

Da der Polarisations-Winkel bei demselben Krystalle nicht viel variirt, so lassen sich diese Resultate durch ein Beispiel anschaulicher machen. Es sei der Polarisations-Winkel 56°, also ϕ' ungefähr 34°. Aus (10) erhält man:

$$\tang^2 n > \frac{\sin^2\frac{1}{2}\phi'}{\cos\phi'},$$

worin $\phi' = 34°$ giebt $n > 17\frac{1}{2}°$. Wenn also der Winkel der optischen Axen, d. i. $2n$, zwischen 35 und 180—35 liegt, so sind die Azimuthe ohne Ablenkung der Polarisations-Ebene aufser dem Hauptschnitt sowohl auf allen Ebenen, welche mit der gröfsten Elasticitäts-Axe als auf denen, welche mit der kleinsten Elasticitäts-Axe parallel sind, möglich. Liegt der Winkel der optischen Axen aufserhalb dieser Grenzen, so hat nur das eine System dieser Ebenen immer solche Azimuthe.

Ich wende mich zu den reflectirenden Ebenen, welche parallel mit der mittlern Elasticitäts-Axe sind. Nennt man ihre Neigung gegen die Elasticitäts-Axe, welche den Winkel der optischen Axen halbirt, wiederum ξ, so hat man in f) zu setzen:

$$U = n + \xi$$
$$U' = n - \xi$$

und in h)

$$U = \xi + n$$
$$U' = n - \xi.$$

Da in h) der Winkel X von der auf dem Hauptschnitt senkrechten Ebene an gerechnet wird, werde ich dessen Nullpunkt mit dem X in f) übereinstimmend machen, wo dieser Winkel vom Hauptschnitt selbst an gerechnet wird, und in h) statt X setzen $X-90$; dadurch verwandeln sich beide Gleichungen f) und h) in eine, nämlich:

$$\cos X = -\frac{\sin\xi\cos\xi}{\sin^2\xi - \sin^2 n}\tang\phi'. \qquad (13)$$

Die Azimuthe X ohne Ablenkung bilden also immer einen stumpfen Winkel mit dem Azimuth der nächsten optischen Axe, die Normale der reflectirenden Ebene mag in dem spitzen oder stumpfen Winkel der optischen Axen liegen. Kehrt man die Gleichung (13) um, so kann man dieselbe schreiben:

$$\tang\xi = \sqrt{\frac{\tang^2\phi'}{4\cos^4 n\cos^2 X} + \tang^2 n} - \frac{\tang\phi'}{2\cos^2 n\cos X}, \qquad (14)$$

wo $\cos X$ positiv oder negativ sein kann. Man sieht, dafs dieses Azimuth ohne Abweichung wegfällt, oder vielmehr, dafs wegen e) und g) nur, wenn die Einfalls-Ebene mit dem Hauptschnitt zusammenfällt, die Polarisations-Ebene keine Ablenkung erfährt, von

$$\tang\xi' = \sqrt{\frac{\tang^2\phi'}{4\cos^4 n} + \tang^2 n} - \frac{\tang\phi'}{2\cos^2 n}$$

bis

$$\tang\xi'' = \sqrt{\frac{\tang^2\phi'}{4\cos^4 n} + \tang^2 n} + \frac{\tang\phi'}{2\cos^2 n}.$$

Aufserhalb dieser Grenzen treten neue Azimuthe ohne Ablenkung auf, die bis 90° wachsen, welche Grenze sie erreichen, auf den auf den Elasticitäts-Axen senkrechten Ebenen. Der Winkel, den die zu ξ' und ξ'' gehörenden Ebenen mit einander bilden, hat einen einfachen Ausdruck, nämlich:

$$\tang(\xi'' - \xi') = \tang\phi'.$$

Bezeichnet man mit (ζ') und (ζ'') allgemein zwei Werthe für ξ in (14), welche zu X und $180 - X$ gehören, so hat man:

$$(15) \qquad \operatorname{tang}(\zeta'' - \zeta') = \frac{\operatorname{tang}\phi'}{\cos X}.$$

Es ist gewifs unerwartet, dafs auf den Ebenen, welche senkrecht auf den optischen Axen stehen, obgleich in allen Azimuthen derselbe Polarisations-Winkel stattfindet, doch in jedem Azimuth, aufser in $\sin X = 0$, eine Ablenkung der Polarisations-Ebene sich findet. Diese Ablenkung ergiebt sich aus (6), wenn dort $U' = 0$, $J = 0$ gesetzt wird. Man findet:

$$(16) \qquad \operatorname{tang}\alpha = \frac{\pi^2 - \mu^2}{4} \frac{\sin^2\phi \sin n \sin X}{\cos\phi' \sin(\phi - \phi')}.$$

Dafs es auf jeder reflectirenden Ebene wenigstens immer zwei Azimuthe giebt, in welchen die Ablenkung der Polarisations-Ebene $= 0$ ist, d. h. dafs die Gleichung (7), welche vom vierten Grade in Beziehung auf X ist, wenigstens immer zwei reelle Wurzeln hat, wird sich aus dem folgenden §. ergeben. Für das Azimuth der gröfsten Ablenkung erhält man aus (6) durch Differentiation nach X, wobei man bei der Annäherung, worauf dieser Ausdruck beruht, ϕ und ϕ' als constant ansehen kann:

$$(17) \quad 2\cos\phi' \sin U \sin U' \cos 2X + \sin\phi' (\sin(U + U') \cos J \cos X - \sin(U - U') \sin J \sin X) = 0$$

und dies gröfste Azimuth mit m bezeichnet, ergiebt sich:

$$(18) \ \operatorname{tang} m = \frac{\pi^2 - \mu^2}{2} \frac{\sin^2\phi}{\sin 2\phi' \sin(\phi - \phi')} \left\{ \frac{2\sin U \sin U' \cos\phi' \cos^3 X + \sin(U + U') \cos J \sin\phi'}{\sin X} \right\}.$$

§. 21.

Im vorigen §. haben wir die Drehung der Polarisations-Ebene bei der Reflexion unter dem Polarisations-Winkel untersucht. Um die Drehungen der Polarisations-Ebenen überhaupt durch Reflexion zu untersuchen, machen wir folgende Unterscheidungen.

1) Die Drehung, welche ein ursprünglich parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirter Strahl durch die Reflexion erleidet, bezeichne ich mit δ_s.

2) Die Drehung, welche ein ursprünglich senkrecht gegen die Einfalls-Ebene polarisirter Strahl erleidet, mit $90 - \delta_p$.

3) Das Azimuth der ursprünglichen Polarisation eines einfallenden Strahles, damit im reflectirten die Polarisations-Ebene parallel mit der Einfalls-Ebene sei, mit d_s und

4) das Azimuth der ursprünglichen Polarisation, bei welchem der reflectirte Strahl senkrecht gegen die Einfalls-Ebene p polarisirt ist, mit $90 - d_p$.

Man hat:

$$\begin{aligned} \operatorname{tang} \delta_s &= \frac{s'}{s} & \operatorname{tang} d_s &= -\frac{s'}{p} \\ \operatorname{tang} \delta_p &= \frac{p'}{p} & \operatorname{tang} d_p &= -\frac{p'}{s}, \end{aligned} \tag{1}$$

wo s, s', p, p' die in (2) §. 17. angegebene Werthe haben, wonach diese Winkel in jedem gegebenen Falle berechnet werden können. Die Relation dieser Winkel unter einander:

$$\operatorname{tang} \delta_s \operatorname{tang} \delta_p = \operatorname{tang} d_s \operatorname{tang} d_p$$

ist allgemein und gilt von jedem reflectirenden Medium.

Ich werde untersuchen, unter welchen Umständen diese Winkel δ_s, δ_p, d_s, d_p verschwinden werden. Wir haben also zu untersuchen die Gleichungen:

$$p' = 0 \qquad \text{und} \qquad s' = 0$$

oder wenn dafür aus (2) §. 17. ihre Werthe gesetzt werden:

$$\sin(\phi' - \phi'') \cos x' \cos x'' = 0 \tag{π}$$

$$\sin x' \sin x'' \sin(\phi' - \phi'') \cos(\phi' + \phi'') + \sin x' \sin^2 \phi'' \operatorname{tg} q'' - \sin x'' \sin^2 \phi' \operatorname{tg} q' = 0. \tag{σ}$$

Ich werde mich nur mit der ersten Annäherung dieser Gleichungen beschäftigen, und das, was von den zweiten und höhern Potenzen von $\sin(\phi' - \phi'')$ abhängig, vernachlässigen. Bei dieser Annäherung verwandelt sich (π) in $\sin 2x' = 0$ und dies, mittelst (14) §. 19. entwickelt, giebt:

$$0 = \sin \phi' (\sin(U + U') \cos J \sin X + \sin(U - U') \sin J \cos X) - \cos \phi' \sin U \sin U' \sin 2X. \tag{π'}$$

Die zweite Gleichung (σ) giebt denselben Ausdruck, der in (7) §. 20. gefunden wurde, nur dafs in ihm ϕ' sich nicht auf den Polarisations-Winkel bezieht, sondern jeden Werth haben kann. Man hat also:

$$0 = \sin \phi' (\sin(U + U') \cos J \sin X + \sin(U - U') \sin J \cos X) + \cos \phi' \sin U \sin U' \sin 2X. \tag{σ'}$$

Diese Gleichungen stellen zwei Kegelflächen im Innern des Krystalls dar; denkt man sich die Seiten derselben als Normalen von Wellen-Ebenen und

construirt die Richtungen, welche sie bei ihrem Austritt aus dem Krystall annehmen, so erhält man die Systeme von Richtungen, in welchen die Strahlen auf die Krystall-Ebene auffallen müssen, damit ihre ursprünglich senkrechte oder parallele Polarisations-Ebene durch die Reflexion unverändert bleibt. Die beiden Kegelflächen sind dritter Ordnung; sie sind beide einander gleich und ähnlich, haben die Normale der reflectirenden Ebene gemeinschaftlich, die eine ist aber gegen die andern um diese Linie um 180° gedreht. Ich habe also nur den Kegel (π') näher zu untersuchen. Dieser wird uns auch noch wichtig werden bei der Untersuchung der Refraction.

Da $\tang \phi' = 0$ ist, sowohl wenn $\sin X = 0$, als wenn $\cos X = 0$, so müssen zwei Zweige des Kegels durch die Normale der brechenden Ebene gehen und sich in ihr rechtwinklig schneiden. Wenn $X = J$, so wird $\tang \phi' = \tang U'$, und wenn $X = -J$, so wird $\tang \phi' = \tang U$. Der Kegel geht also immer durch die beiden optischen Axen. Wenn

$$\tang X = -\frac{\sin(U-U')}{\sin(U+U')} \tang J,$$

so ist $\phi' = 90$. Das durch diese Gleichung bestimmte Azimuth X ist immer negativ, weil wir U' immer $< U$ nehmen; nennen wir es $-X'$, so ist:

$$\tang U \sin(J-X') = \tang U' \sin(J+X).$$

Es werde Fig. 13. die reflectirende Ebene von ihrer Normale und den beiden optischen Axen, diese drei Linien durch denselben Punkt O unterhalb der Ebene gelegt, in den Punkten N, U, U' geschnitten. Es theile die Linie NP den Winkel UNU' so dafs

$$\sin UNP : \sin U'NP = \tang U' : \tang U,$$

so ist NP eine mit der Seite des Kegels parallele Linie.

Es werde ferner durch N eine Ebene gelegt, die senkrecht stehe auf der Ebene, die durch die beiden optischen Axen gelegt ist; der Durchschnitt beider Ebenen OS ist eine Seite des Kegels. Diese letztere Eigenschaft des Kegels (π') erweist sich am leichtesten, wenn man NUU' als die Durchschnitte der Normale und der optischen Axen mit einer Kugelfläche, die um O beschrieben ist, betrachtet, wo man durch N einen gröfsten Kreis senkrecht auf UU' zu legen hat, und zu beweisen, dafs $NS = \phi'$ und $SNU' = J-X$ und $UNS = J+X$ der Gleichung (π') genügen.

Wir haben für den Kegel (π') also fünf Seiten bestimmt, und die Lage zweier Tangential-Ebenen. Er wird die reflectirende Ebene im Allgemeinen in einer Curve schneiden, welche ungefähr die Gestalt $ANSU'NUB$ hat. Die Linien NH und NH' stellen die Richtungen des gröfsten und kleinsten Radius vector des Schnittes vor, den die reflectirende Ebene mit der Elasticitäts-Fläche machen würde. Eine merkwürdige allgemeine Eigenschaft des Kegels ist, dafs er innerhalb der Azimuthal-Winkel HNP nur negative Werthe für ϕ' bestimmt, bei welchen die ursprünglich senkrechte Polarisation des einfallenden Strahles durch die Reflexion unverändert bleibt. Diesen Winkel HNP haben wir X' genannt, und bestimmt durch

$$\text{tang}\, U \sin(J-X') = \text{tang}\, U' \sin(J+X').$$

In dem Theil des Kegels $NU'S$ erlangt ϕ' ein Maximum. Man erhält dieses aus (π') durch $\frac{d\phi'}{dX} = 0$, und findet dies Maximum in dem Azimuth:

$$\text{tang}\, X = \sqrt[3]{\text{tang}\, J \frac{\sin(U-U')}{\sin(U+U')}} \tag{3}$$

und sein Werth ist:

$$\text{tang}\,\phi' = \frac{2 \sin U \sin U' \sqrt{(\sin J \sin(U-U'))^{\frac{4}{3}} + (\cos J \sin(U+U'))^{\frac{4}{3}} - (\sin J \cos J \sin(U-U') \sin(U+U'))^{\frac{2}{3}}}}{\sqrt{\sin^2(U-U') \sin^2 J + \sin^3(U+U') \cos^2 J}\,\left\{(\sin(U-U') \sin J)^{\frac{2}{3}} + (\sin(U+U') \cos J)^{\frac{2}{3}}\right\}}. \tag{4}$$

Der Werth dieses Maximums ist wichtig für die Frage nach den Azimuthen, in welchen die ursprünglich senkrechte oder parallele Polarisation durch die Reflexion nicht geändert wird, bei einem gegebenen Einfalls-Winkel ϕ. So lange das zu diesem ϕ gehörige ϕ' kleiner ist, als der in (4) angegebene Werth, so lange wird der Frage immer durch vier Azimuthe genügt, im entgegengesetzen Fall aber nur durch zwei Azimuthe. Dies findet Anwendung auf die Gleichung (7) des vorigen §., welche dieselbe als (σ') dieses §. ist, die, wie schon bemerkt, von (π') sich nur dadurch unterscheidet, dafs das zu jedem X gehörige ϕ' negativ genommen ist. In der Gleichung (7) ist ϕ' der Brechungs-Winkel des Polarisations-Winkels gegeben und X ist zu bestimmen.

Dem Auseinandergesetzten zufolge wird man sich immer eine anschauliche Vorstellung machen von der Lage der Kegelfläche (π'), wie auch die reflectirende Ebene gelegen ist; wir wollen aber doch noch der Grenzfälle erwähnen, wo nämlich diese Ebene mit einer der Elasticitäts-Axen parallel ist. Wenn die reflectirende Ebene parallel mit der gröfsten oder kleinsten

Elasticitäts-Axe ist, also entweder $U - U' = 0$ oder $U + U' = 180$, so löst sich die Gleichung (π') in zwei Factoren auf, der eine stellt eine Ebene vor, der andere einen Kegel zweiter Ordnung. Die Ebene geht immer durch die Normale der reflectirenden Ebene und steht senkrecht auf derjenigen Elasticitäts-Axe, mit welcher jene parallel ist. Der Kegel geht immer durch die beiden optischen Axen und die Normale der reflectirenden Ebene, und schneidet diese in einem Kreise. Wenn die reflectirende Ebene senkrecht auf einer der Elasticitäts-Axen steht, so stellt (π') zwei sich rechtwinklig schneidende Ebenen vor, parallel mit den beiden andern Elasticitäts-Axen. Wenn die reflectirende Ebene parallel mit der mittlern Elasticitäts-Axe ist, so stellt (π') gleichfalls eine Ebene und einen Kegel zweiter Ordnung vor. Die Ebene geht hier durch die beiden optischen Axen, der Kegel geht durch die Nor male der reflectirenden Ebene und schneidet diese in einem Kreise.

Es seien Fig. 14. N, U', U die Durchschnitte der Normale und der optischen Axen mit der reflectirenden Ebene, jene drei Linien durch denselben Punkt O gelegt; es sei NS der Kreis, in welchem die Ebene von dem Kegel geschnitten wird, alsdann findet folgende harmonische Proportion statt:

$$\sin UON' : \sin U'ON' = \sin UON : \sin U'ON.$$

Es kann also ON oder ON' die Normale der brechenden Ebene sein, der Kegel ist derselbe; es giebt immer zwei correspondirende reflectirende Ebenen in dem stumpfen und in dem scharfen Winkel der optischen Axen, welche denselben elliptischen Kegel haben. Dieser Kegel verwandelt sich in eine gerade Linie, wenn die reflectirende Ebene senkrecht auf einer der optischen Axen steht.

Das Azimuth δ eines ursprünglich im Azimuth a polarisirten Strahls nach der Reflexion ist:

$$\operatorname{tang} \delta = \frac{\frac{p}{s} \operatorname{tang} a + \operatorname{tang} \delta_{,}}{1 + \operatorname{tang} a\, d_{p}}.$$

§. 22.

Der im vorigen §. betrachtete Kegel (π') ist wichtig für die Untersuchung der Fälle, in welchen im gebrochenen Licht einer der beiden Strahlen verschwindet, vorausgesetzt, dafs das einfallende Licht ursprünglich parallel oder senkrecht mit der Einfalls-Ebene polarisirt war. Wenn

er senkrecht gegen die Einfalls-Ebene polarisirt war, so hat man nach (2) §. 17.:

$$D' : D'' = \sin(\phi+\phi'')\cos x'' : \sin(\phi+\phi')\cos x',$$

woraus erhellt, dafs der gewöhnliche oder der ungewöhnliche Strahl verschwindet, je nachdem $\cos x'' = 0$ oder $\cos x' = 0$. Da aber im Allgemeinen x'' so gerechnet ist, dafs wenn $\phi' = \phi''$ wird, $\cos x'' = -\sin x'$ ist, so sind beide Fälle Wurzeln von derselben Gleichung, nämlich von $\sin 2x' = 0$, d. i. von der Gleichung (π'). Denkt man sich Fig. 13. auf einer Kugelfläche entworfen, die um den Durchschnittspunkt O der Normale ON und der optischen Axen OU und OU' beschrieben, so ist jede Seite OD' des Kegels (π'), für welche, wenn $D'd$ den Winkel $UD'U'$ halbirt, der Winkel $ND'd = 90°$ ist, ein nach dem Gesetz eines gewöhnlichen Strahls gebrochener Strahl eines solchen senkrecht polarisirten einfallenden Strahls, der keinen ungewöhnlichen Strahl erzeugt. Jede Seite OD'' aber, für welche ND'' den Winkel $UD'U$ halbirt, ist der ungewöhnlich gebrochene Strahl eines solchen einfallenden Strahls, der, senkrecht auf der Einfalls-Ebene polarisirt, keinen gewöhnlichen Strahl erzeugt. Es sind hiernach die Richtungen der einfallenden Strahlen leicht zu finden; bezeichnen wir nämlich im erstern Falle die Neigung von D' gegen N mit ϕ', im zweiten Fall die Neigung von D'' gegen N mit ϕ'', und die zu ϕ' und ϕ'' gehörigen Einfalls-Winkel mit ξ' und ξ'', so ist:

$$\sin\xi' = \frac{\sin\phi'}{\sqrt{\frac{\pi^2+\mu^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(u-u')}}, \qquad \sin\xi'' = \frac{\sin\phi''}{\sqrt{\frac{\pi^2+\mu^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(u+u')}}.$$

Es wird in einem gegebenen Falle keine Schwierigkeiten haben zu discutiren, für welchen Theil des Kegels (π') $\cos x' = 0$ und für welchen $\sin x' = 0$. In Fig. 13. z. B. ist für den Theil des Kegels $UND'U$ überall $\cos x' = 0$, für die beiden Theile $U'SND''$ und UB aber immer $\sin x' = 0$. Wenn die brechende Ebene parallel mit der Elasticitäts-Axe ist, welche den stumpfen Winkel der optischen Axen halbirt, d. i. $U-U' = 0$ ist, so ist $\cos x' = 0$ für alle Seiten des elliptischen Kegels, für welche $\phi' < U$, $\sin x'$ ist aber $= 0$ für die Seiten, für welche $\phi' > U$ ist und für die im Hauptschnitt liegenden Strahlen. Umgekehrt verhält es sich bei den brechenden Flächen, die parallel mit der Elasticitäts-Axe sind, welche den spitzen Winkel der optischen Axen halbirt, d. h. für welche $U+U' = 180°$. Wenn die brechende Ebene

parallel mit der mittlern Elasticitäts-Axe ist, so ist für die Strahlen des elliptischen Kegels $\cos x' = 0$, wenn die Normale der brechenden Ebene im stumpfen Winkel der optischen Axen liegt und $\sin x' = 0$, wenn sie im scharfen Winkel desselben liegt. Für die Strahlen im Hauptschnitt, welche im stumpfen Winkel der optischen Axen liegen, ist $\sin x' = 0$, welche im scharfen Winkel liegen, ist $\cos x' = 0$.

Wenn die einfallenden Strahlen parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirt sind, so ist nach (3) §. 17.:

$$D' : D'' = \sin x'' \sin(\phi + \phi'') \cos(\phi - \phi'') - \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q'' : \sin x' \sin(\phi + \phi') \cos(\phi - \phi') - \sin^2\phi' \operatorname{tang} q'.$$

Der ungewöhnliche Strahl verschwindet also beinahe, weil $\operatorname{tang} q'$ und $\operatorname{tang} q''$ nur kleine von $(\phi' - \phi'')$ abhängige Gröfsen sind, wenn $\sin x' = 0$, und der gewöhnliche, wenn $\sin x'' = 0$ ist. Diese beiden Fälle sind wiederum in $\sin 2x' = 0$ enthalten, d. h. in der Gleichung (π'). Die Seiten des Kegels Fig. 13., für welche $\sin x' = 0$, sind annäherungsweise die nach dem Gesetz des gewöhnlichen Strahls gebrochenen Richtungen, in welchen ein parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirter Strahl auffallen mufs, damit der ungewöhnliche Strahl verschwindet, und die Seiten, für welche $\cos x' = 0$, sind die nach dem Gesetz der ungewöhnlichen Strahlen gebrochenen Strahlen, welche parallel mit der Einfalls-Ebene polarisirt, keinen ungewöhnlichen Strahl erzeugen. Mittelst der durch (π'), d. i. $\sin 2x' = 0$, gegebenen angenäherten Werthe bestimmt man leicht genauere aus:

$$\sin 2x' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{4} \frac{\sin^2\phi \cos x' \sin(u - u') \sin j}{\sin(\phi + \phi') \cos(\phi - \phi')}$$

$$\sin 2x'' = \frac{\pi^2 - \mu^2}{4} \frac{\sin^2\phi \cos x'' \sin(v + v') \cos k}{\sin(\phi + \phi') \cos(\phi - \phi')}.$$

Die Relation, welche zwischen der Lage der Polarisations-Ebene des einfallenden Strahls, seinem Einfalls-Winkel und dem Azimuth der Einfalls-Ebene stattfinden mufs, damit der gewöhnliche oder der ungewöhnliche Strahl verschwinde, erhellt allgemein aus (3) §. 17. Wenn Einfalls-Winkel und Azimuth der Einfalls-Ebene gegeben sind, so hat man unmittelbar für das Azimuth a' der ursprünglichen Polarisations-Ebene, bei welchem nur ein gewöhnlicher Strahl erzeugt wird:

$$(1) \qquad \operatorname{tang} a' = -\operatorname{tang} x' \cos(\phi - \phi') + \frac{\sin^2\phi' \operatorname{tang} q'}{\cos x' \sin(\phi + \phi')}$$

und für das Azimuth a'', bei welchem nur ein ungewöhnlicher Strahl erzeugt wird:

$$\operatorname{tang} a'' = + \operatorname{tang} x'' \cos(\phi - \phi'') - \frac{\sin^2\phi'' \operatorname{tang} q''}{\cos x'' \sin(\phi + \phi'')}. \qquad (2)$$

Wenn die einfallenden Strahlen in den Azimuthen a' oder a'' polarisirt sind, so bekommen die Ausdrücke für die Geschwindigkeiten in den reflectirten und gebrochenen Strahlen eine bemerkenswerthe Einfachheit. Wenn die ursprüngliche Polarisation statt hatte

1) in dem Azimuth a', so wird:

$$D' = -\frac{2\sin\phi\cos\phi}{\cos x' \sin(\phi+\phi')} S$$

$$R_s = -\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\phi')} S \qquad (3)$$

$$R_p = -\frac{\sin x' \sin(\phi-\phi')\cos(\phi+\phi') + \sin^2\phi' \operatorname{tang} q'}{\cos x' \sin(\phi+\phi')} S$$

und das Azimuth δ' der Polarisations-Ebene im reflectirten Strahl:

$$\operatorname{tang}\delta' = -\frac{\cos(\phi+\phi')}{\cos(\phi-\phi')} \operatorname{tang} a' + \frac{2\sin 2\phi \sin^2\phi' \operatorname{tang} q'}{\sin 2(\phi-\phi')\sin(\phi+\phi')\cos x'}.$$

2) in dem Azimuth a'', so ist:

$$D'' = \frac{2\sin\phi\cos\phi}{\cos x'' \sin(\phi+\phi'')} S$$

$$R_s = -\frac{\sin(\phi-\phi'')}{\sin(\phi+\phi'')} S$$

$$R_p = \frac{\sin x'' \sin(\phi-\phi'')\cos(\phi+\phi'') + \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q''}{\cos x'' \sin(\phi+\phi'')} S$$

und das Azimuth δ'' der Polarisations-Ebene im reflectirten Strahl:

$$\operatorname{tang}\delta'' = -\operatorname{tang} a'' \frac{\cos(\phi+\phi'')}{\cos(\phi-\phi'')} - \frac{2\sin 2\phi \sin^2\phi'' \operatorname{tang} q''}{\cos x'' \sin 2(\phi-\phi'')\sin(\phi+\phi'')}.$$

§. 23.

Ich werde mich jetzt mit der Untersuchung des Austritts eines Strahls aus einem krystallinischen zweiaxigen Medium beschäftigen. Die Geschwindigkeit in dem austretenden Strahl werde ich, je nachdem er ein gewöhnlicher oder ungewöhnlicher ist, mit D' oder D'' bezeichnen, und die Geschwindig-

keiten in den beiden reflectirten Strahlen, je nachdem sie von D' oder D'' herrühren, mit $R_{,}'$ und $R_{,}''$ oder $R_{,,}'$ und $R_{,,}''$. Den ausgetretenen Strahl zerlege ich in einen, der parallel mit der Austritts-Ebene polarisirt ist und in einen, der senkrecht gegen diese Ebene polarisirt ist, und nenne die respectiven Geschwindigkeiten S' und P', wenn sie von D' herrühren, oder S'' und P'', wenn sie von D'' herrühren. Ich bezeichne ferner die Azimuthe der Richtungen der Geschwindigkeiten D' und D'', in Beziehung auf die Einfalls-Ebene, mit y' und y'' und zwar so gerechnet, das $y'-90$ und $y''-90$ die Azimuthe der zu D' und D'' gehörigen Strahlen sind. Diese Winkel $y'-90$ und $y''-90$ sollen immer positiv sein, und sie sind gleich 0, wenn die Strahlen in der Einfalls-Ebene liegen und einen gröfsern Winkel mit der Normale der brechenden Ebene bilden, als die Normalen der ihnen zugehörenden Wellen-Ebenen; im entgegengesetzten Fall, wenn der Strahl zwischen seiner Wellen-Ebenen-Normale und der Normale der brechenden Ebene liegt, soll $y'-90$ und $y''-90$ gleich $180°$ sein. Die Azimuthe in Beziehung auf die Einfalls-Ebene von den Richtungen der Bewegungen in den im Innern des Mediums reflectirten Strahlen, $R_{,}'$ und $R_{,}''$ seien $z_{,}'$ und $z_{,}''$ und in den Strahlen $R_{,,}'$ und $R_{,,}''$ seien $z_{,,}'$ und $z_{,,}''$. Diese Winkel sind so gerechnet, dafs sie respective zusammenfallen mit den Winkeln y' und y'', wenn der ausgetretene Strahl senkrecht auf der brechenden Ebene steht. Es sollen ferner ψ' und ψ'' die Winkel bedeuten, welche die Wellen-Normalen von D' und D'' mit der Normale der brechenden Ebene bilden, ebenso $\xi_{,}'$, $\xi_{,}''$ und $\xi_{,,}'$, $\xi_{,,}''$ die Neigungen der Wellen-Normalen $R_{,}'$, $R_{,}''$ und $R_{,,}'$, $R_{,,}''$ gegen die Normale der brechenden Ebene. Mit ι' bezeichne ich die Neigung des ausgetretenen Strahls gegen die Normale der brechenden Ebene, wenn er von D' herrührt und mit ι'', wenn er von D'' herrührt. Endlich sollen p' und p'' die Neigungen der Strahlen D' und D'' gegen ihre Wellen-Normalen sein, und $r_{,}'$, $r_{,}''$ und $r_{,,}'$, $r_{,,}''$ die Neigungen der Strahlen $R_{,}'$, $R_{,}''$ und $R_{,,}'$, $R_{,,}''$ gegen ihre respectiven Wellen-Normalen. Die Winkel p' und p'' sollen immer positiv sein, die Winkel $z_{,}'$, $z_{,,}'$ und $z_{,}''$, $z_{,,}''$ aber werden negativ, wenn die Strahlen $R_{,}'$, $R_{,,}'$ und $R_{,}''$, $R_{,,}''$ nicht in dem Azimuth in Beziehung auf die Einfalls-Ebene $z_{,}'-90$, $z_{,,}'-90$ und $z_{,}''-90$, $z_{,,}''-90$ liegen, sondern in den Azimuthen $z_{,}'+90$, $z_{,,}'+90$ und $z_{,}''+90$, $z_{,,}''+90$. Diese Bezeichnungen vorausgesetzt, findet man, wenn die entsprechenden Volumina, über welche sich die Bewegung der einfallenden Strahlen D' und D'' verbreitet, in den

reflectirten Strahlen $R'_{,}$, $R''_{,}$ und $R'_{,,}$, $R''_{,,}$ und den gebrochenen Strahlen P', S' und P'', S'' bezeichnet werden mit Q', Q''; $Q'_{,}$, $Q''_{,}$; $Q'_{,,}$, $Q''_{,,}$; T', T''

$$\begin{aligned}
T' &= \alpha \sin \iota' \cos \iota' \\
T'' &= \alpha \sin \iota'' \cos \iota'' \\
Q' &= \alpha(\sin\psi' \cos\psi' - \sin^2\psi' \sin y' \operatorname{tang} p') \\
Q'' &= \alpha(\sin\psi'' \cos\psi'' - \sin^2\psi'' \sin y'' \operatorname{tang} p'') \\
Q'_{,} &= \alpha(\sin\xi'_{,} \cos\xi'_{,} + \sin^2\xi'_{,} \sin z'_{,} \operatorname{tang} r'_{,}) \\
Q''_{,} &= \alpha(\sin\xi''_{,} \cos\xi''_{,} + \sin^2\xi''_{,} \sin z''_{,} \operatorname{tang} r''_{,}) \\
Q'_{,,} &= \alpha(\sin\xi'_{,,} \cos\xi'_{,,} + \sin^2\xi'_{,,} \sin z'_{,,} \operatorname{tang} r'_{,,}) \\
Q''_{,,} &= \alpha(\sin\xi''_{,,} \cos\xi''_{,,} + \sin^2\xi''_{,,} \sin z''_{,,} \operatorname{tang} r''_{,,}).
\end{aligned} \tag{1}$$

Die Gleichungen, welche sich aus dem Princip der Erhaltung der lebendigen Kräfte ergeben, sind: 1) wenn die einfallende Welle eine gewöhnliche ist:

$$D'^2 Q' = R'^2_{,} Q'_{,} + R''^2_{,} Q''_{,} + (P'^2 + S'^2)\, T'$$

und 2) wenn die einfallende Welle eine ungewöhnliche ist:

$$D''^2 Q'' = R'^2_{,,} Q'_{,,} + R''^2_{,,} Q''_{,,} + (P''^2 + S''^2)\, T''.$$

Hierin die Werthe für die Volumina aus (1) gesetzt, erhalten wir im ersten Falle:

$$\begin{aligned}
D'^2(\sin\psi'\cos\psi' - \sin^2\psi'\sin y'\operatorname{tang}p') - R'^2_{,}(\sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,} + \sin^2\xi'_{,}\sin z'_{,}\operatorname{tang}r'_{,}) \\
- R''^2_{,}(\sin\xi''_{,}\cos\xi''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\sin z''_{,}\operatorname{tang}r''_{,}) = (P'^2 + S'^2)\sin\iota'\cos\iota'
\end{aligned} \tag{2}$$

und im zweiten Falle:

$$\begin{aligned}
D''^2(\sin\psi''\cos\psi'' - \sin^2\psi''\sin y''\operatorname{tg}p'') - R'^2_{,,}(\sin\xi'_{,,}\cos\xi'_{,,} + \sin^2\xi'_{,,}\sin z'_{,,}\operatorname{tg}r'_{,,}) \\
- R''^2_{,,}(\sin\xi''_{,,}\cos\xi''_{,,} + \sin^2\xi''_{,,}\sin z''_{,,}\operatorname{tg}r''_{,,}) = (P''^2 + S''^2)\sin\iota''\cos\iota''.
\end{aligned} \tag{3}$$

Was die Winkel ι', ι'', ψ', ψ'', $\xi'_{,}$, $\xi''_{,}$, $\xi'_{,,}$, $\xi''_{,,}$ betrifft, so hat man dafür folgende Relationen:

$$\begin{aligned}
&\text{a)}\ \sin^2\psi' = o^2 \sin^2\iota' = \left(\frac{\mu^2+\pi^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(u-u')\right)\sin^2\iota' \\
&\text{b)}\ \sin^2\xi'_{,} = o^2_{,} \sin^2\iota' = \left(\frac{\mu^2+\pi^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(u_{,}-u'_{,})\right)\sin^2\iota' \\
&\text{c)}\ \sin^2\xi''_{,} = e^2_{,} \sin^2\iota' = \left(\frac{\mu^2+\pi^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(v_{,}+v'_{,})\right)\sin^2\iota' \\
&\alpha)\ \sin^2\psi'' = e\ \sin^2\iota'' = \left(\frac{\mu^2+\pi^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(v+v')\right)\sin^2\iota'' \\
&\beta)\ \sin^2\xi'_{,,} = o_{,,} \sin^2\iota'' = \left(\frac{\mu^2+\pi^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(u_{,,}-u'_{,,})\right)\sin^2\iota'' \\
&\gamma)\ \sin^2\xi''_{,,} = e_{,,} \sin^2\iota'' = \left(\frac{\mu^2+\pi^2}{2} - \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos(v_{,,}+v'_{,,})\right)\sin^2\iota'',
\end{aligned} \tag{4}$$

wo die Bedeutung von o, e, $o_{,}$, $e_{,}$, $o_{,,}$, $e_{,,}$ sich von selbst ergiebt, und wo die Neigungen der Wellen-Normalen D', D'', $R_{,}'$, $R_{,}''$, $R_{,,}'$, $R_{,,}''$ gegen die optischen Axen bezeichnet sind resp. mit u, u'; v, v'; $u_{,}$, $u_{,}'$; $v_{,}$, $v_{,}'$; $u_{,,}$, $u_{,,}'$; $v_{,,}$, $v_{,,}'$. Diese Winkel werden durch die folgenden Relationen bestimmt. Es seien U, U' die Neigungen der Normale der brechenden Ebene gegen die beiden optischen Axen, und es liege die Einfalls-Ebene im Azimuth X, dieses Azimuth gerechnet von der Richtung an, in welcher die Bewegung stattfinden würde, wenn die brechende Ebene eine gewöhnliche Wellen-Ebene wäre, und zwar so, dafs für $\psi' = 0$ $X = y'$ wird. Es sei $2I$ der Winkel, den die beiden Ebenen durch die Normale der brechenden Ebene und die beiden optischen Axen mit einander bilden; die entsprechenden Winkel für die Wellen-Normalen D' und D'' seien $2i$ und $2k$, und für die Normalen $R_{,}'$ und $R_{,}''$ seien diese Winkel $2i'$ und $2k'$, so wie für die Wellen-Normalen $R_{,,}'$ und $R_{,,}''$: $2i''$ und $2k''$. Alsdann finden folgende Relationen statt:

$$
(5)\quad
\begin{aligned}
\cos u &= \cos U \cos\psi' + \sin U \sin\psi' \cos(X+I)\\
\cos u' &= \cos U' \cos\psi' + \sin U' \sin\psi' \cos(X-I)\\
-\sin u \cos(y'+i) &= \cos U \sin\psi' - \sin U \cos\psi' \cos(X+I)\\
-\sin u' \cos(y'-i) &= \cos U' \sin\psi' - \sin U' \sin\psi' \cos(X-I)\\
\sin u \sin(y'+i) &= \sin U \sin(X+I)\\
\sin u' \sin(y'-i) &= \sin U' \sin(X-I)
\end{aligned}
$$

$$
(6)\quad
\begin{aligned}
\cos v &= \cos U \cos\psi'' + \sin U \sin\psi'' \cos(X+I)\\
\cos v' &= \cos U' \cos\psi'' + \sin U' \sin\psi'' \cos(X-I)\\
\sin v \sin(y''-k) &= \cos U \sin\psi'' - \sin U \cos\psi'' \cos(X+I)\\
\sin v' \sin(y''+k) &= \cos U' \sin\psi'' - \sin U' \cos\psi'' \cos(X-I)\\
-\sin v \sin(y''-k) &= \sin U \sin(X+I)\\
-\sin v' \sin(y''+k) &= \sin U' \sin(X-I).
\end{aligned}
$$

Diese sphärisch-trigonometrischen Formeln leitet man leicht aus Fig. 9. ab, wo die Durchschnitte der Wellen-Normalen $D_{,}'$, $D_{,}''$, der optischen Axen und der Normale der brechenden Ebene mit einer Kugelfläche, jene Linien durch ihren Mittelpunkt gelegt, angegeben sind.

Mittelst der Gleichungen (5) kann man u, u', y', i ausdrücken durch den Einfalls-Winkel ψ' und durch die Winkel U, U' und X, welche die Lage der brechenden Ebene und die Lage der Einfalls-Ebene bestimmen,

und da diese beiden Ebenen jedesmal gegeben sind, so kann man mittelst (5) die Winkel u, u', y', i als Functionen von ψ' ausdrücken. Eben so sind durch (6) die Winkel v, v', y'', k als Functionen des Winkels ψ'' gegeben. Der Winkel I ist bestimmt durch U und U' und den Winkel der beiden optischen Axen $2n$; man hat nämlich:

$$\cos 2n = \cos U \cos U' + \sin U \sin U' \cos 2I.$$

Man erhält aus (5) und (6) zwei ähnliche Systeme, indem man für ψ und ψ'' setzt $-\xi_,'$ und $-\xi_,''$, statt y' und y'' die Winkel $z_,'$ und $z_,''$, statt i und k die Winkel i' und k', ferner statt u und u' die Winkel $u_,$ und $u_,'$ und endlich statt v und v' die Winkel $v_,$ und $v_,'$:

$$\left.\begin{aligned}
\cos u_, &= \cos U \cos\xi_,' - \sin U \sin\xi_,' \cos(X+I)\\
\cos u_,' &= \cos U' \cos\xi_,' - \sin U' \sin\xi_,' \cos(X-I)\\
\sin u_, \cos(z_,'+i') &= \cos U \sin\xi_,' + \sin U \cos\xi_,' \cos(X+I)\\
\sin u_,' \cos(z_,'-i') &= \cos U' \sin\xi_,' + \sin U' \cos\xi_,' \cos(X-I)\\
\sin u_, \sin(z_,'+i') &= \sin U \sin(X+I)\\
\sin u_,' \sin(z_,'-i') &= \sin U' \sin(X-I)
\end{aligned}\right\} \quad (7)\ (9)$$

$$\left.\begin{aligned}
\cos v_, &= \cos U \cos\xi_,'' - \sin U \sin\xi_,'' \cos(X+I)\\
\cos v_,' &= \cos U' \cos\xi_,'' - \sin U' \sin\xi_,'' \cos(X-I)\\
-\sin v_, \sin(z_,''-k') &= \cos U \sin\xi_,'' + \sin U \cos\xi_,'' \cos(X+I)\\
-\sin v_,' \sin(z_,''+k') &= \cos U' \sin\xi_,'' + \sin U' \cos\xi_,'' \cos(X-I)\\
-\sin v_, \sin(z_,''-k') &= \sin U \sin(X+I)\\
-\sin v_,' \sin(z_,''+k') &= \sin U' \sin(X-I).
\end{aligned}\right\} \quad (8)\,(10)$$

Endlich erhält man zwei Systeme Relationen für $u_{,,}$, $u_{,,}'$, $v_{,,}$, $v_{,,}'$ .... dadurch, dafs man statt des untern Index $_,$ überall den untern Index $_{,,}$ setzt und statt i' und k' die Winkel i'' und k''. Ich bezeichne diese Relationen mit (9) und (10).

Substituirt man in (4) a. b. c. die Werthe von u, u', $u_,$, $u_,'$, $v_,$, $v_,'$, so erhält man drei Gleichungen, von denen die erste nur ψ', die zweite $\xi_,'$ und die dritte $\xi_,''$ enthält. Man überzeugt sich aber leicht, dafs alle drei Gleichungen entwickelt zu derselben biquadratischen Gleichung führen, so dafs ψ', $\xi_,'$ und $\xi_,''$ drei ihrer Wurzeln sind; die vierte Wurzel, welche ich mit $\psi_,''$ bezeichnen will, ist die Neigung gegen die brechende Ebene der zu i' gehö-

rigen ungewöhnlichen Wellen-Ebene. Ebenso findet man, daſs ψ'', $\xi'_{,,}$, $\xi''_{,,}$ drei Wurzeln einer andern biquadratischen Gleichung sind, deren vierte, welche ich mit $\psi'_{,,}$ bezeichne, der Brechungs-Winkel der zu ι'' gehörigen gewöhnlichen Wellen-Ebene ist. Wenn $\iota' = \iota''$, so ist $\psi' = \psi'_{,,}$, $\psi'' = \psi''_{,}$ und $\xi'_{,} = \xi'_{,,}$ und $\xi''_{,} = \xi''_{,,}$, und ψ', ψ'', $\xi'_{,} = \xi'_{,,}$, $\xi''_{,,} = \xi''_{,}$ sind die vier Wurzeln derselben biquadratischen Gleichung.

Es sind nur gewisse, leicht vorher zu sehende particuläre Fälle, wo diese biquadratischen Gleichungen sich in zwei quadratische zerfällen lassen. Im Allgemeinen kann man also zu ihrer Auflösung nur Näherungs-Methoden anwenden, und dazu dienen die Relationen (5) bis (10). Wenn der einfallende Strahl D', d. h. ein gewöhnlicher ist, so ist ψ' gegeben und man bestimmt aus (4) a. mittelst (5) den Winkel ι'. Diesen Werth in (4) b. und c. gesetzt, erhält man für $\xi'_{,}$ und $\xi''_{,}$ eine erste Annäherung, in welcher die Quadrate von $\pi^2 - \mu^2$ vernachlässigt sind, wenn man in die Werthe für $u_{,}$, u' und $v_{,}$, $v'_{,}$ in (7) und (8) statt $\xi'_{,}$ und $\xi''_{,}$ setzt ψ'. Setzt man hierauf in (7) und (8) die oben gefundenen angenäherten Werthe für $\xi'_{,}$ und $\xi''_{,}$, so erhält man $u_{,}$, $u'_{,}$ und $v_{,}$, $v'_{,}$ richtig bis auf die erste Potenz von $\pi^2 - \mu^2$, und aus ihnen die Ausdrücke $\cos(u_{,} - u'_{,})$, $\cos(v_{,} + v'_{,})$ gebildet und in (4) b. c. gesetzt, erhält man $\xi'_{,}$ und $\xi''_{,}$ richtig bis auf die zweite Potenz von $\pi^2 - \mu^2$. Dieser Grad der Annäherung wird in allen Fällen zureichend sein. Ein ganz gleicher Weg führt zu den angenäherten Werthen für $\xi'_{,,}$ und $\xi''_{,,}$, wenn der einfallende Strahl ein ungewöhnlicher ist, mittelst der Gleichungen (4) α. β. γ. und (5) (6) (9) (10).

Ich werde jetzt die Gleichungen bilden, welche sich aus dem Prinzip der Gleichheit der Componenten ergeben. Ich zerlege wiederum die Geschwindigkeiten D', D'', $R'_{,}$, $R''_{,}$, $R'_{,,}$, $R''_{,,}$ nach folgenden drei Richtungen: 1) senkrecht auf der Einfalls-Ebene, 2) senkrecht auf der brechenden Ebene, 3) parallel mit der Einfalls-Ebene und mit der brechenden Ebene. Ich werde die Cosinusse der Winkel, welche die Richtungen der Geschwindigkeiten D', D'', $R'_{,}$... mit diesen drei untereinander rechtwinkligen Richtungen bilden, in folgender Tafel zusammenstellen:

	D'	D''	$R'_{,}$	$R''_{,}$	$R'_{,,}$	$R''_{,,}$	
1) Gegen die Senkrechte auf d. Einfalls-Ebene	$\sin y'$	$+\sin y''$	$\sin z'_{,}$	$+\sin z''_{,}$	$+\sin z'_{,,}$	$+\sin z''_{,,}$	
2) Gegen die Senkrechte auf d. brechend. Ebene	$+\sin\psi'\cos y'$	$-\sin\psi''\cos y''$	$-\sin\xi'_{,}\cos z'_{,}$	$+\sin\xi''_{,}\cos z''_{,}$	$-\sin\xi'_{,,}\cos z'_{,,}$	$+\sin\xi''_{,,}\cos z''_{,,}$	(11)
3) Gegen die Parallele mit d. Einfalls-Ebene u. d. brech. Ebene	$+\cos\psi'\cos y'$	$-\cos\psi''\cos y''$	$+\cos\xi'_{,}\cos z'_{,}$	$-\cos\xi''_{,}\cos z''_{,}$	$+\cos\xi'_{,,}\cos z'_{,,}$	$-\cos\xi''_{,,}\cos z''_{,,}$	

Für die Geschwindigkeiten der ausgetretenen Strahlen, zerlegt nach denselben drei Richtungen, haben wir, je nachdem sie aus D' oder D'' entstanden sind:

$$\begin{array}{llcl} 1) & P' & \text{oder} & P'' \\ 2) & -S'\sin\iota' & - & -S''\sin\iota'' \\ 3) & -S'\cos\iota' & - & -S''\cos\iota''. \end{array} \qquad (12)$$

Demnach giebt das Prinzip der Gleichheit der Componenten folgende Gleichungen:

1) Für einen gewöhnlichen einfallenden Strahl:

$$\begin{aligned} P' &= D'\sin y' + R'_{,}\sin z'_{,} + R''_{,}\sin z''_{,} \\ -S'\sin\iota' &= D'\sin\psi'\cos y' - R'_{,}\sin\xi'_{,}\cos z'_{,} + R''_{,}\sin\xi''_{,}\cos z''_{,} \\ -S'\cos\iota' &= D'\cos\psi'\cos y' + R'_{,}\cos\xi'_{,}\cos z'_{,} - R''_{,}\cos\xi''_{,}\cos z''_{,}. \end{aligned} \qquad (13)$$

2) Für einen ungewöhnlichen einfallenden Strahl:

$$\begin{aligned} P'' &= D''\sin y'' + R'_{,,}\sin z'_{,,} + R''_{,,}\sin z''_{,,} \\ -S''\sin\iota'' &= -D''\sin\psi''\cos y'' - R'_{,,}\sin\xi'_{,,}\cos z'_{,,} + R''_{,,}\sin\xi''_{,,}\cos z''_{,,} \\ -S''\cos\iota'' &= -D''\cos\psi''\cos y'' + R'_{,,}\cos\xi'_{,,}\cos z'_{,,} - R''_{,,}\cos\xi''_{,,}\cos z''_{,,}. \end{aligned} \qquad (14)$$

Es soll jetzt gezeigt werden, dafs die quadratischen Gleichungen (2) und (3) mittelst der Gleichungen (13) und (14) sich in lineäre verwandeln. Ich werde mich zuerst mit (2) und (13) beschäftigen. Das Product der beiden letzten Gleichungen von (13) giebt:

$$\begin{aligned} S'^2\sin\iota'\cos\iota' = {} & D'^2\sin\psi'\cos\psi'\cos^2 y' - R'^2_{,}\sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,}\cos^2 z'_{,} - R''^2_{,}\sin\xi''_{,}\cos\xi''_{,}\cos^2 z''^2_{,} \\ & + D'R'_{,}\sin(\psi'-\xi'_{,})\cos y'\cos z'_{,} - D'R''_{,}\sin(\psi'-\xi''_{,})\cos y'\cos z''_{,} + R'_{,}R''_{,}\sin(\xi'_{,}+\xi''_{,})\cos z'_{,}\cos z''_{,}. \end{aligned}$$

Dies von (2) abgezogen, erhält man:

$$\begin{aligned} P'^2\sin\iota'\cos\iota' = {} & D'^2(\sin\psi'\cos\psi'\sin^2 y' - \sin^2\psi'\sin y'\operatorname{tang} p') \\ & - R'^2_{,}(\sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,}\sin^2 z'_{,} + \sin^2\xi'_{,}\sin z'_{,}\operatorname{tang} r'_{,}) - R''^2_{,}(\sin\xi''_{,}\cos\xi''_{,}\sin^2 z''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\sin z''_{,}\operatorname{tang} r''_{,}) \\ & - D'R'_{,}\sin(\psi'-\xi'_{,})\cos y'\cos z'_{,} + D'R''_{,}\sin(\psi'-\xi''_{,})\cos y'\cos z''_{,} - R'_{,}R''_{,}\sin(\xi'_{,}+\xi''_{,})\cos z'_{,}\cos z''_{,}. \end{aligned}$$

Diese Gleichung durch die erste der Gleichungen (13) dividirt, giebt:

$$
(15)\quad \begin{aligned}
P'\sin\iota'\cos\iota' = {} & D'(\sin\psi'\cos\psi'\sin y' - \sin^2\psi'\operatorname{tang}p') \\
& - R'_{,}(\sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,}\sin z'_{,} + \sin^2\xi'_{,}\operatorname{tang}r'_{,}) - R''_{,}(\sin\xi''_{,}\cos\xi''_{,}\sin z''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\operatorname{tang}r''_{,}),
\end{aligned}
$$

vorausgesetzt, dafs folgende Relationen stattfinden:

$$
\begin{aligned}
&(\sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,} - \sin\psi'\cos\psi')\sin y'\sin z'_{,} + \sin^2\xi'_{,}\operatorname{tg}r'_{,}\sin y' + \sin^2\psi'\operatorname{tg}p'\sin z'_{,} = \sin(\psi'-\xi'_{,})\cos y'\cos z'_{,} \\
&(\sin\psi'\cos\psi' - \sin\xi''_{,}\cos\xi''_{,})\sin y'\sin z''_{,} - \sin^2\psi'\operatorname{tg}p'\sin z''_{,} - \sin^2\xi''_{,}\operatorname{tg}r''_{,}\sin y' = \sin(\psi'-\xi''_{,})\cos y'\cos z''_{,} \\
&(\sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,} + \sin\xi''_{,}\cos\xi''_{,})\sin z'_{,}\cos z''_{,} + \sin^2\xi'_{,}\operatorname{tg}r'_{,}\sin z''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\operatorname{tg}r''_{,}\sin z'_{,} = \sin(\xi'_{,}+\xi''_{,})\cos z'_{,}\cos z''_{,}
\end{aligned}
$$

oder, etwas anders geschrieben:

$$
(16)\quad \begin{aligned}
&\sin(\psi'-\xi'_{,})(\sin y'\sin z'_{,}\cos(\psi'+\xi'_{,}) + \cos y'\cos z'_{,}) = \sin^2\xi'_{,}\operatorname{tg}r'_{,}\sin y' + \sin^2\psi'\operatorname{tg}p'\sin z'_{,} \\
&\sin(\psi'-\xi''_{,})(\sin y'\sin z''_{,}\cos(\psi'+\xi''_{,}) - \cos y'\cos z''_{,}) = \sin^2\xi''_{,}\operatorname{tg}r''_{,}\sin y' + \sin^2\psi'\operatorname{tg}p'\sin z''_{,} \\
-&\sin(\xi'_{,}+\xi''_{,})(\sin z'_{,}\sin z''_{,}\cos(\xi'_{,}-\xi''_{,}) - \cos z'_{,}\cos z''_{,}) = \sin^2\xi'_{,}\operatorname{tg}r'_{,}\sin z''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\operatorname{tg}r''_{,}\sin z'_{,}.
\end{aligned}
$$

Die Richtigkeit dieser Relationen werde ich nachweisen. Setzt man die Werthe:

$$
\operatorname{tang}r'_{,} = \frac{1}{o_{,}^2 O_{,}}, \quad \operatorname{tang}r''_{,} = \frac{1}{e_{,}^2 E_{,}}, \quad \operatorname{tang}p' = \frac{1}{o^2 O},
$$

wo

$$
\begin{aligned}
\frac{1}{O_{,}} &= \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\sin i_{,}\sin(u_{,}-u'_{,}) \\
\frac{1}{E_{,}} &= \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\cos k_{,}\sin(v_{,}+v'_{,}) \\
\frac{1}{O} &= \frac{\pi^2-\mu^2}{2}\sin i\sin(u-u'),
\end{aligned}
$$

setzt man ferner:

$$
\frac{\sin^2\xi''_{,}}{e_{,}^2} = \frac{\sin^2\xi'_{,}}{o_{,}^2} = \frac{\sin^2\psi'}{o^2} = \sin^2\iota'
$$

und endlich:

$$
(17)\quad \begin{aligned}
\frac{\sin^2\iota'}{\sin(\psi'-\xi'_{,})} &= \frac{\sin(\psi'+\xi'_{,})}{o^2-o_{,}^2} = -\frac{\sin(\psi'+\xi'_{,})}{\frac{\pi^2-\mu^2}{2}(\cos(u-u') - \cos(u_{,}-u'_{,}))} \\
\frac{\sin^2\iota'}{\sin(\psi'-\xi''_{,})} &= \frac{\sin(\psi'+\xi''_{,})}{o^2-e_{,}^2} = -\frac{\sin(\psi'+\xi''_{,})}{\frac{\pi^2-\mu^2}{2}(\cos(u-u') - \cos(v_{,}+v'_{,}))} \\
\frac{\sin^2\iota'}{\sin(\xi'_{,}+\xi''_{,})} &= \frac{\sin(\xi'_{,}-\xi''_{,})}{o_{,}^2-e_{,}^2} = -\frac{\sin(\xi'_{,}-\xi''_{,})}{\frac{\pi^2-\mu^2}{2}(\cos(u_{,}-u'_{,}) - \cos(v_{,}+v'_{,}))},
\end{aligned}
$$

so verwandeln sich durch diese Substitutionen die Gleichungen (16) in folgende:

$$1.\ \sin y'\sin z'_{,}\cos(\psi'+\xi'_{,})-\cos y'\cos z'_{,}=-\left(\frac{\sin i'\sin y'\sin(u_{,}-u'_{,})+\sin i\sin z'_{,}\sin(u-u')}{\cos(u-u_{,})-\cos(u_{,}-u'_{,})}\right)\sin(\psi'+\xi'_{,})$$

$$2.\ \sin y'\sin z''_{,}\cos(\psi'+\xi''_{,})-\cos y'\cos z''_{,}=-\left(\frac{\cos k'\sin y'\sin(v_{,}+v'_{,})+\sin i\sin z''_{,}\sin(u-u')}{\cos(u-u_{,})-\cos(v_{,}+v'_{,})}\right)\sin(\psi'+\xi''_{,})\quad(18)$$

$$3.\ \sin z'_{,}\sin z''_{,}\cos(\xi'_{,}-\xi''_{,})-\cos z'_{,}\cos z''_{,}=\left(\frac{\sin i'\sin z''_{,}\sin(u_{,}-u'_{,})+\cos k'\sin z'_{,}\sin(v_{,}+v'_{,})}{\cos(u_{,}-u'_{,})-\cos(v_{,}+v'_{,})}\right)\sin(\xi'_{,}-\xi''_{,}).$$

Die Richtigkeit dieser drei Relationen erhellt aus denen in §. 16. f) und h). Von der dritten gilt dies unmittelbar, sie ist für die beiden reflectirten Strahlen $R'_{,}$ und $R''_{,}$ dasselbe, was die Relation f) in §. 16. für die beiden gebrochenen Strahlen D' und D'' ist, nur haben in diesen beiden Fällen die Bogen, hier $(\xi'_{,}-\xi''_{,})$ und dort $(\phi'-\phi'')$, eine umgekehrte Lage, daher hier $(\xi'_{,}-\xi''_{,})=-\sin\Delta$ zu setzen ist. Die zweite Relation (18) ist mit derjenigen in f) §. 16. gleichfalls übereinstimmend, hiervon überzeugt man sich am leichtesten, wenn diese Formel auf eine ähnliche Art auf einer Kugeloberfläche construirt, wie dies in §. 16. geschehen ist. Man sieht dann, dafs die Formel (18) 2. sich auf die Strahlen D' und $R''_{,}$ ebenso bezieht, wie die Formel f) §. 16. auf die Strahlen D' und D'', und dafs daher in ihr statt v, v', k, x'' stehen mufs $v_{,}$, $v'_{,}$, k', $z''_{,}$ und statt $(\phi'-\phi'')$, d. i. der Winkel, den die beiden Normalen D' und D'' mit einander bilden, der Winkel $(\psi'+\xi''_{,})$, d. i. der Winkel, den die Normalen D' und $R''_{,}$ mit einander bilden. Die erste Relation in (18) ist übereinstimmend mit derjenigen in h) in §. 16. Die Relation in 1. (18) bezieht sich auf die Normalen D' und $R'_{,}$, die Relation in h) §. 16. bezieht sich auf die Normalen D' und D'', in jener müssen sich also, statt v, v', k, die Winkel $u_{,}$, $u'_{,}$, i' finden, statt $(\phi'-\phi'')$ der Winkel $(\psi'+\xi'_{,})$. Was endlich den Winkel x'' in h) §. 16. betrifft, so mufs man bedenken, dafs wenn man den ihm entsprechenden bei der Normale $R'_{,}$ mit $z''_{,}$ bezeichnet, man hat $z''_{,}+z'_{,}=270^\circ$, und dafs also x'' ersetzt werden mufs durch $z''_{,}=270^\circ-z'_{,}$. Diese Substitutionen in h) §. 16. ausgeführt, erhält man die erste der Relationen in (17) d. §.

Die quadratische Gleichung (2) kann also ersetzt werden durch die lineäre Gleichung (15). Diese Gleichung (15) und die Gleichungen (13) enthalten also die vollständige Lösung des Problems der Reflexion und Refraction im Innern eines krystallinischen Mediums, wenn der einfallende Strahl D' ein gewöhnlicher ist.

Ich werde jetzt zeigen, wie die Gleichung (3) mittelst (14) gleichfalls durch eine lineäre Gleichung ersetzt werden kann. Das Product der beiden letzten Gleichungen in (14) giebt:

$$S''^2 \sin\iota''\cos\iota'' = D''^2 \sin\psi''\cos\psi''\cos^2 y'' - R'^2_{\prime\prime} \sin\xi'_{\prime}\cos\xi'_{\prime}\cos^2 z'_{\prime\prime} - R''^2_{\prime\prime}\sin\xi''_{\prime\prime}\cos\xi''_{\prime\prime}\cos^2 z''_{\prime\prime}$$
$$-D''R'_{\prime\prime}\sin(\psi''-\xi'_{\prime\prime})\cos y''\cos z'_{\prime\prime} + D''R''_{\prime\prime}\sin(\psi''-\xi''_{\prime\prime})\cos y''\cos z''_{\prime\prime} + R'_{\prime\prime}R''_{\prime\prime}\sin(\xi'_{\prime\prime}+\xi''_{\prime\prime})\cos z'_{\prime\prime}\cos z''_{\prime\prime}.$$

Dies von (3) abgezogen, erhält man:

$$P''^2 \sin\iota''\cos\iota'' = D''^2(\sin\psi''\cos\psi''\sin^2 y'' - \sin^2\psi''\sin y''\operatorname{tg} p'')$$
$$-R'^2_{\prime\prime}(\sin\xi'_{\prime\prime}\cos\xi'_{\prime\prime}\sin^2 z'_{\prime\prime} + \sin^2\psi'_{\prime\prime}\sin z'_{\prime\prime}\operatorname{tg} r'_{\prime\prime}) - R''^2_{\prime\prime}(\sin\xi''_{\prime\prime}\cos\xi''_{\prime\prime}\sin^2 z''_{\prime\prime} + \sin^2\psi''_{\prime\prime}\sin z''_{\prime\prime}\operatorname{tg} r''_{\prime\prime})$$
$$+D''R'_{\prime\prime}\sin(\psi''-\xi'_{\prime\prime})\cos y''\cos z'_{\prime\prime} - D''R''_{\prime\prime}\sin(\psi''-\xi''_{\prime\prime})\cos y''\cos z''_{\prime\prime} - R'_{\prime\prime}R''_{\prime\prime}\sin(\xi'_{\prime\prime}+\xi''_{\prime\prime})\cos z'_{\prime\prime}\cos z''_{\prime\prime}.$$

Diese Gleichung endlich durch die erste in (14) dividirt, giebt:

$$(19)\quad P\sin\iota''\cos\iota'' = D''(\sin\psi''\cos\psi''\sin y'' - \sin^2\psi''\operatorname{tg} p'')$$
$$- R'_{\prime\prime}(\sin\xi'_{\prime\prime}\cos\xi'_{\prime\prime}\sin z'_{\prime\prime} + \sin^2\xi'_{\prime\prime}\operatorname{tg} r'_{\prime\prime}) - R''_{\prime\prime}(\sin\xi''_{\prime\prime}\cos\xi''_{\prime\prime}\sin z''_{\prime\prime} + \sin^2\xi''_{\prime\prime}\operatorname{tg} r''_{\prime\prime}),$$

weil

$$\cos y''\cos z'_{\prime\prime} - \sin y''\sin z'_{\prime\prime}\cos(\psi''+\xi'_{\prime\prime}) = -\frac{\sin^2\psi''\operatorname{tg} p''\sin z'_{\prime\prime} + \sin^2\xi'_{\prime\prime}\operatorname{tg} r'_{\prime\prime}\sin y''}{\sin(\psi''-\xi'_{\prime\prime})}$$
$$\cos y''\cos z''_{\prime\prime} + \sin y''\sin z''_{\prime\prime}\cos(\psi''+\xi''_{\prime\prime}) = \frac{\sin^2\psi''\operatorname{tg} p''\sin z''_{\prime\prime} + \sin^2\xi''_{\prime\prime}\operatorname{tg} r''_{\prime\prime}\sin y''}{\sin(\psi''-\xi''_{\prime\prime})}$$
$$\cos z'_{\prime\prime}\cos z''_{\prime\prime} - \sin z'_{\prime\prime}\sin z''_{\prime\prime}\cos(\xi'_{\prime\prime}+\xi''_{\prime\prime}) = \frac{\sin^2\xi'_{\prime\prime}\operatorname{tg} r'_{\prime\prime}\sin z''_{\prime\prime} + \sin^2\xi''_{\prime\prime}\operatorname{tg} r''_{\prime\prime}\sin z'_{\prime\prime}}{\sin(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime})}.$$

Diese Relationen verwandeln sich nämlich durch die Substitutionen (17) und durch ähnliche in:

$$(20)\quad \begin{aligned}
&1.\ \cos y''\cos z_{\prime\prime} - \sin y''\sin z'_{\prime\prime}\cos(\psi''+\xi'_{\prime\prime}) = \frac{\cos k\sin z'_{\prime\prime}\sin(v+v') + \sin i''\sin y''\sin(u_{\prime\prime}-u'_{\prime\prime})}{\cos(v+v') - \cos(u_{\prime\prime}-u'_{\prime\prime})}\sin(\psi''+\xi'_{\prime\prime})\\
&2.\ \cos y''\cos z''_{\prime\prime} + \sin y''\sin z''_{\prime\prime}\cos(\psi''+\xi''_{\prime\prime}) = -\frac{\cos k\sin z''_{\prime\prime}\sin(v+v') + \cos k''\sin y''\sin(v_{\prime\prime}+v'_{\prime\prime})}{\cos(v+v') - \cos(v_{\prime\prime}+v'_{\prime\prime})}\sin(\psi''+\xi''_{\prime\prime})\\
&3.\ \cos z'_{\prime\prime}\cos z''_{\prime\prime} - \sin z'_{\prime\prime}\sin z''_{\prime\prime}\cos(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime}) = -\frac{\sin i''\sin z''_{\prime\prime}\sin(u_{\prime\prime}-u'_{\prime\prime}) + \cos k''\sin z'_{\prime\prime}\sin(v_{\prime\prime}+v'_{\prime\prime})}{\cos(u_{\prime\prime}-u'_{\prime\prime}) - \cos(v_{\prime\prime}+v'_{\prime\prime})}\sin(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime})
\end{aligned}$$

und von diesen Relationen ergiebt sich die Richtigkeit der ersten und dritten aus f) §. 16. und der zweiten aus i) §. 16. Setzt man nämlich in f) statt u, u', x', $(\phi'-\phi'')$ die Winkel $u_{\prime\prime}$, $u'_{\prime\prime}$, $z'_{\prime\prime}$, $-(\psi''+\xi'_{\prime\prime})$, so erhält man die erste Relation in (20), und zugleich statt v, v', x'', $(\phi'-\phi'')$ die Winkel gesetzt: $v_{\prime\prime}$, $v'_{\prime\prime}$, $y''_{\prime\prime}$, $-(\xi'_{\prime\prime}-\xi''_{\prime\prime})$, erhält man die dritte Relation (20). Von der Zulässigkeit dieser Substitutionen überzeugt man sich aufserdem bald. Die zweite Relation in (20) entsteht aus i) §. 16., wenn statt u, u', $(\phi'-\phi'')$ gesetzt wird: $v_{\prime\prime}$, $v'_{\prime\prime}$, $-(\psi''+\xi''_{\prime\prime})$ und statt x' der Winkel $270-y''_{\prime\prime}$.

Statt der Gleichung der Erhaltung der lebendigen Kräfte in (3) kann also die Gleichung (19) gesetzt werden.

§. 24.

Die vollständigen Gleichungen der Refraction und Reflexion im Innern eines krystallinischen Mediums sind also folgende:

$$\begin{aligned}
P'\sin\iota'\cos\iota' &= D'(\sin\psi'\cos\psi'\sin y' - \sin^2\psi'\,\mathrm{tg}\,p') - R'_{,}(\sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,}\sin z'_{,} + \sin^2\xi'_{,}\,\mathrm{tg}\,r'_{,}) \\
&\quad - R''_{,}(\sin\xi''_{,}\cos\xi''_{,}\sin z''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\,\mathrm{tg}\,r''_{,}) \\
P' &= D'\sin y' + R'_{,}\sin z'_{,} + R''_{,}\sin z''_{,} \\
S'\sin\iota' &= -D'\cos y'\sin\psi' + R'_{,}\cos z'_{,}\sin\xi'_{,} - R''_{,}\cos z''_{,}\sin\xi''_{,} \\
S'\cos\iota' &= -D'\cos y'\cos\psi' - R'_{,}\cos z'_{,}\cos\xi'_{,} + R''_{,}\cos z''_{,}\cos\xi''_{,}
\end{aligned} \tag{1}$$

und:

$$\begin{aligned}
P''\sin\iota''\cos\iota'' &= D''(\sin\psi''\cos\psi''\sin y'' - \sin^2\psi''\,\mathrm{tg}\,p'') - R'_{,,}(\sin\xi'_{,}\cos\xi'_{,,}\sin z'_{,,} + \sin^2\xi'_{,,}\,\mathrm{tg}\,r'_{,,}) \\
&\quad - R''_{,,}(\sin\xi''_{,,}\cos\xi''_{,,}\sin^2 z''_{,,} + \sin^2\xi''_{,,}\,\mathrm{tg}\,r''_{,,}) \\
P'' &= D''\sin y'' + R'_{,,}\sin z'_{,,} + R''_{,,}\sin z''_{,,} \\
S''\sin\iota'' &= D''\cos y''\sin\psi'' + R'_{,,}\cos z'_{,,}\sin\xi'_{,,} - R''_{,,}\cos z''_{,,}\sin\xi''_{,,}. \\
S''\cos\iota'' &= D''\cos y''\cos\psi'' - R'_{,,}\cos z'_{,,}\cos\xi'_{,,} + R''_{,,}\cos z''_{,,}\cos\xi''_{,,}
\end{aligned} \tag{2}$$

Hieraus erhält man:

$$\begin{aligned}
R'_{,} &= -D'\left\{\frac{\sin(\iota'-\psi')\sin(\iota'+\xi''_{,})(\cos(\iota'+\psi')\sin y'\cos z''_{,} + \cos(\iota'-\xi''_{,})\cos y'\sin z''_{,}) + \sin^2\psi'\sin(\iota'+\xi''_{,})\,\mathrm{tg}\,p'\cos z''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\sin(\iota'-\psi')\,\mathrm{tg}\,r''_{,}\cos y'}{\sin(\iota'+\xi''_{,})\sin(\iota'+\xi'_{,})(\cos(\iota'-\xi'_{,})\sin z'_{,}\cos z''_{,} + \cos(\iota'-\xi''_{,})\sin z''_{,}\cos z'_{,}) + \sin^2\xi'_{,}\sin(\iota'+\xi''_{,})\,\mathrm{tg}\,r'_{,}\cos z''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\sin(\iota'+\xi'_{,})\,\mathrm{tg}\,r''_{,}\cos z'_{,}}\right\} \\
R''_{,} &= -D'\left\{\frac{\sin(\iota'-\psi')\sin(\iota'+\xi'_{,})(\cos(\iota'+\psi')\sin y'\cos z'_{,} - \cos(\iota'-\xi'_{,})\sin z'_{,}\cos y') + \sin^2\psi'\sin(\iota'+\xi'_{,})\,\mathrm{tg}\,p'\cos z'_{,} - \sin^2\xi'_{,}\sin(\iota'-\psi')\,\mathrm{tg}\,r'_{,}\cos y'}{\sin(\iota'+\xi''_{,})\sin(\iota'+\xi'_{,})(\cos(\iota'-\xi'_{,})\sin z'_{,}\cos z''_{,} + \cos(\iota'-\xi''_{,})\sin z''_{,}\cos z'_{,}) + \sin^2\xi'_{,}\sin(\iota'+\xi''_{,})\,\mathrm{tg}\,r'_{,}\cos z''_{,} + \sin^2\xi''_{,}\sin(\iota'+\xi'_{,})\,\mathrm{tg}\,r''_{,}\cos z'_{,}}\right\}
\end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
R'_{,,} &= -D''\left\{\frac{\sin(\iota''-\psi'')\sin(\iota''+\xi''_{,,})(\cos(\iota''+\psi'')\sin y''\cos z''_{,,} - \cos(\iota''-\xi''_{,,})\sin z''_{,,}\cos y'') + \sin^2\psi''\sin(\iota''+\xi''_{,,})\,\mathrm{tg}\,p''\cos z''_{,,} - \sin^2\xi''_{,,}\sin(\iota''-\psi'')\,\mathrm{tg}\,r''_{,,}\cos y''}{\sin(\iota''+\xi'_{,,})\sin(\iota''+\xi''_{,,})(\cos(\iota''-\xi'_{,,})\sin z'_{,,}\cos z''_{,,} + \cos(\iota''-\xi''_{,,})\sin z''_{,,}\cos z'_{,,}) + \sin^2\xi'_{,,}\sin(\iota''+\xi''_{,,})\,\mathrm{tg}\,r'_{,,}\cos z''_{,,} + \sin^2\xi''_{,,}\sin(\iota''+\xi'_{,,})\cos z'_{,,}\,\mathrm{tg}\,r''_{,,}}\right\} \\
R''_{,,} &= +D''\left\{\frac{\sin(\iota''-\psi'')\sin(\iota''+\xi'_{,,})(\cos(\iota''-\psi'')\sin y''\cos z'_{,,} + \cos(\iota''-\xi'_{,,})\sin z'_{,,}\cos y'') + \sin^2\psi''\sin(\iota''+\xi''_{,,})\,\mathrm{tg}\,p''\cos z'_{,,} + \sin^2\xi'_{,,}\sin(\iota''-\psi'')\,\mathrm{tg}\,r'_{,,}\cos y''}{\sin(\iota''+\xi'_{,,})\sin(\iota''+\xi''_{,,})(\cos(\iota''-\xi'_{,,})\sin z'_{,,}\cos z''_{,,} + \cos(\iota''-\xi''_{,,})\sin z''_{,,}\cos z'_{,,}) + \sin^2\xi'_{,,}\sin(\iota''+\xi''_{,,})\,\mathrm{tg}\,r'_{,,}\cos z''_{,,} + \sin^2\xi''_{,,}\sin(\iota''+\xi'_{,,})\cos z'_{,,}\,\mathrm{tg}\,r''_{,,}}\right\}
\end{aligned} \tag{4}$$

Die ersten angenäherten Werthe erhält man, wenn man die Unterschiede der Elasticitäts-Axen gänzlich vernachlässigt, und also setzt:

$$\xi'_{,} = \xi''_{,} \text{ und } \cos z''_{,} = -\sin z'_{,}, \qquad \sin z''_{,} = -\cos z'_{,},$$

ferner:

$$\xi'_{,,} = \xi''_{,,} \text{ und } \cos z''_{,,} = -\sin z'_{,,} \text{ und } \sin z''_{,,} = -\cos z'_{,,}.$$

Man erhält dann:

$$(5)\quad \begin{aligned} R'_{,} &= -D'\,\frac{\sin(\iota'-\psi')}{\sin(\iota'+\xi'_{,})}\left(\frac{\cos(\iota'+\psi')}{\cos(\iota'-\xi'_{,})}\sin y'\,\sin z'_{,}+\cos y'\,\cos z'_{,}\right)\\ R''_{,} &= +D'\,\frac{\sin(\iota'-\psi')}{\sin(\iota'+\xi'_{,})}\left(\frac{\cos(\iota'+\psi')}{\cos(\iota'-\xi'_{,})}\sin y'\,\cos z'_{,}-\cos y'\,\sin z'_{,}\right)\end{aligned}$$

$$(6)\quad \begin{aligned} R'_{,,} &= +D''\,\frac{\sin(\iota''-\psi'')}{\sin(\iota''+\xi''_{,,})}\left(\frac{\cos(\iota''+\psi'')}{\cos(\iota''-\xi''_{,,})}\sin y''\,\cos z''_{,,}-\cos y''\,\sin z''_{,,}\right)\\ R''_{,,} &= -D''\,\frac{\sin(\iota''-\psi'')}{\sin(\iota''+\xi''_{,,})}\left(\frac{\cos(\iota''+\psi'')}{\cos(\iota''-\xi''_{,,})}\sin y''\,\sin z''_{,,}+\cos y''\,\cos z''_{,,}\right).\end{aligned}$$

Multiplicirt man die erste der Gleichungen (1) mit $\sin y'$ und die zweite mit $\sin\psi'\cos\psi'\sin y' - \sin^2\psi'\operatorname{tang} p'$, und addirt beide, so erhält man, mit Berücksichtigung der Relationen (16) §. 23., P' in einer Form, welche für angenäherte Berechnungen seiner Werthe bequem ist. Auf eine ähnliche Weise erhält man auch S' und P'' und S''.

$$(7)\quad \begin{aligned} P' &= \left\{\frac{D'(2\sin\psi'\cos\psi'\sin y'-\sin^2\psi'\,\mathrm{tg}\,p')\sin y'-\left(R'_{,}\cos z'_{,}\sin(\psi'-\xi'_{,})-R''_{,}\cos z''_{,}\sin(\psi'-\xi''_{,})\right)\cos y'}{\sin(\iota'+\psi')\cos(\iota'-\psi')\sin y'-\sin^2\psi'\,\mathrm{tg}\,p'}\right\}\\ S' &= -\left\{\frac{2D'\sin\psi'\cos\psi'\cos y'+R'_{,}\cos z'_{,}\sin(\psi'-\xi'_{,})-R''_{,}\cos z''_{,}\sin(\psi'-\xi''_{,})}{\sin(\iota'+\psi')}\right\}\end{aligned}$$

$$(8)\quad \begin{aligned} P'' &= \left\{\frac{D''(2\sin\psi''\cos\psi''\sin y''-\sin^2\psi''\,\mathrm{tg}\,p'')\sin y''-\left(R'_{,,}\cos z'_{,,}\sin(\psi''-\xi'_{,,})-R''_{,,}\cos z''_{,,}\sin(\psi''-\xi''_{,,})\right)\cos y''}{\sin(\iota''+\psi'')\cos(\iota''-\psi'')\sin y''-\sin^2\psi''\,\mathrm{tg}\,p''}\right\}\\ S'' &= \left\{\frac{2D''\sin\psi''\cos\psi''\cos y''-R'_{,,}\cos z'_{,,}\sin(\psi''-\xi'_{,,})+R''_{,,}\cos z''_{,,}\sin(\psi''-\xi''_{,,})}{\sin(\iota''+\psi'')}\right\}.\end{aligned}$$

Will man in diesen Werthen für P', S', P'', S'' nur die erste Potenz des Unterschiedes der Elasticitäts-Axen berücksichtigen, so sind für $R'_{,}$, $R''_{,}$, $R'_{,,}$, $R''_{,,}$ ihre angenäherten Werthe aus (5) und (6) zu setzen.

Die Formeln (3) bis (8) werden imaginär, wenn die Einfalls-Winkel innerhalb der Grenze der totalen Reflexion liegen. Man kann in diesem Falle die reflectirten Intensitäten hier auf dieselbe Weise ableiten, wie bei den einaxigen Krystallen.

Ich werde die Formeln (7) und (8) noch anwenden auf den Fall des Durchgangs des Lichtes durch ein von parallelen Ebenen eingeschlossenes Medium, weil diese Formeln für die Theorie der Farben, welche krystallinische Blättchen im polarisirten Licht zeigen, von Wichtigkeit sind. Als-

dann sind D' und D'' zwei zusammengehörige Strahlen, welche aus demselben einfallenden Strahl entstanden sind, und ihre Werthe sind durch die Formeln (2) §. 17. gegeben. Ferner ist alsdann $i' = i'' = \phi$, $\psi' = \phi'$, $\psi'' = \phi''$, $y' = x'$, $y'' = x''$, $p' = q'$, $p'' = q''$, $\xi'_{,} = \xi'_{,,}$, $\xi''_{,} = \xi''_{,,}$, $z'_{,} = z'_{,,}$, $z''_{,} = z''_{,,}$; ich werde die Winkel $\xi'_{,}$, $\xi''_{,}$, $z'_{,}$, $z''_{,}$ mit ξ', ξ'', z', z'' bezeichnen. Diese Substitutionen gemacht, erhält man:

$$P' = \frac{D'(2\sin\phi'\cos\phi'\sin x' - \sin^2\phi'\,\mathrm{tg}\,q')\sin x' - \left(R'_{,}\cos z'_{,}\sin(\phi'-\xi'_{,}) - R''_{,}\cos z''_{,}\sin(\phi'-\xi''_{,})\right)\cos x'}{\sin(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')\sin x' - \sin^2\phi'\,\mathrm{tg}\,q'}$$

$$S' = -\left\{\frac{2D'\sin\phi'\cos\phi'\cos x' + R'_{,}\cos z'_{,}\sin(\phi'-\xi'_{,}) - R''_{,}\cos z''_{,}\sin(\phi'-\xi''_{,})}{\sin(\phi+\phi')}\right\} \qquad (9)$$

$$P'' = \left\{\frac{D''(2\sin\phi''\cos\phi''\sin x'' - \sin^2\phi''\,\mathrm{tg}\,q'') - \left(R'_{,,}\cos z'_{,}\sin(\phi''-\xi''_{,}) + R''_{,,}\cos z''_{,}\sin(\phi''-\xi''_{,})\right)\cos x''}{\sin(\phi+\phi'')\cos(\phi-\phi'')\sin x'' - \sin^2\phi''\,\mathrm{tg}\,q''}\right\}$$

$$S'' = \left\{\frac{2D''\sin\phi''\cos\phi''\cos x'' - R'_{,,}\cos z'_{,}\sin(\phi''-\xi'_{,}) + R''_{,,}\cos z''_{,}\sin(\phi''-\xi'_{,})}{\sin(\phi+\phi'')}\right\}, \qquad (10)$$

worin für D' und D'' die Werthe aus (2) §. 17. zu setzen sind.

Will man nur die erste Potenz von $\pi^2 - \mu^2$ in (9) und (10) berücksichtigen, so ist zu setzen:

$$R'_{,} = -D'\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\xi')}\left(\frac{\cos(\phi+\phi')}{\cos(\phi-\xi')}\sin x'\sin z' + \cos x'\cos z'\right)$$

$$R''_{,} = +D'\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\xi')}\left(\frac{\cos(\phi+\phi')}{\cos(\phi-\xi')}\sin x'\cos z' - \cos x'\sin z'\right) \qquad (11)$$

$$R'_{,,} = +D''\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\xi')}\left(\frac{\cos(\phi+\phi')}{\cos(\phi-\xi')}\cos x'\sin z' - \sin x'\cos z'\right)$$

$$R''_{,,} = -D''\frac{\sin(\phi-\phi')}{\sin(\phi+\xi')}\left(\frac{\cos(\phi+\phi')}{\cos(\phi-\xi')}\cos x'\cos z' + \sin x'\sin z'\right). \qquad (12)$$

Vernachlässigt man aber in (9) und (10) Alles, was von dem Unterschied der Elasticitäts-Axen abhängt, so bekommt man nur das Glied, welches von der Lage derselben abhängt, und erhält, wenn für D' und D'' ihre Werthe gesetzt werden:

$$P' = \frac{\sin 2\phi \sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')}\left\{\frac{P\sin x'}{\cos(\phi-\phi')} - S\cos x'\right\}\sin x'$$

$$S' = -\frac{\sin 2\phi \sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')}\left\{\frac{P\sin x'}{\cos(\phi-\phi')} - S\cos x'\right\}\cos x'$$

$$P'' = +\frac{\sin 2\phi \sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')\cos(\phi-\phi')}\left\{\frac{P\cos x'}{\cos(\phi-\phi')} + S\sin x'\right\}\cos x'$$

$$S'' = +\frac{\sin 2\phi \sin 2\phi'}{\sin^2(\phi+\phi')}\left\{\frac{P\cos x'}{\cos(\phi-\phi')} + S\sin x'\right\}\sin x'.$$

Dies sind dieselben angenäherten Formeln, welche ich in einer Abhandlung über die Farben zweiaxiger Krystalle im polarisirten Lichte (*Pogg. Ann. d. Phys.* Bd. XXXIII. p. 271.) direct entwickelt habe.

Inhalts-Verzeichnifs der §§.

1.

D D′ A A′

B B′ G

C C′

2.

S S

F C

A′ B G G

D

3.

I F

B

A

C

G D

Bestimmung der Länge des einfachen Secundenpendels für Berlin.

Von
Hrn. F. W. BESSEL.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 30. Mai 1835.]

Die im Jahre 1816 gegebene Maafs- und Gewichts-Ordnung für die Preufsischen Staaten verweiset auf eine vorzunehmende Bestimmung der Länge des Secundenpendels für Berlin, als auf ein Mittel, durch welches die angenommene Einheit des Längenmaafses zu allen Zeiten, bei entstehenden Zweifeln, wiedererlangt werden könne. Die Königliche Akademie der Wissenschaften beabsichtigte, diese Bestimmung, durch eines ihrer Mitglieder, vornehmen zu lassen, und beauftragte Hrn. Tralles, die dazu nöthigen Mafsregeln zu ergreifen und demnächst die Pendellänge festzusetzen. In Folge hiervon verfügte sich derselbe nach London, um dort den Apparat, den er anzuwenden gedachte, verfertigen zu lassen. Allein dieser erste Schritt blieb fruchtlos, indem Tralles starb, ehe er, wie es scheint, feste Abrede mit einem der Londoner mechanischen Künstler getroffen hatte. — Im Jahre 1833 erhielt ich von dem hohen Königlichen Ministerio den Auftrag, die noch fehlende Bestimmung der Länge des Secundenpendels für Berlin auszuführen.

1.

Die Erbauung einer neuen Sternwarte in Berlin liefs angemessen erscheinen, den Punkt, für welchen die Pendellänge bestimmt werden sollte, in der Nähe derselben zu wählen. Hr. Professor Encke bot einen Platz, in dem Garten der Sternwarte, bereitwillig an. Hier wurde, im Winter 1834-35, ein Haus von Holz erbaut, welches geräumig genug ist, um daselbst die Methode in Ausführung bringen zu können, welche ich früher,

zur Bestimmung der Pendellänge für die Königsberger Sternwarte angewandt habe.

Der innere Raum dieses Hauses ist 30 Fufs lang und 20 Fufs breit; seine längeren Seiten sind dem Meridiane parallel, die kürzeren also darauf senkrecht. Nahe an der nördlichen Wand ist ein Pfeiler aufgemauert, an welchem derselbe Repsoldsche Apparat aufgestellt worden ist, welcher nicht nur die Bestimmung für Königsberg ergeben hat, sondern welcher auch, in der Zwischenzeit zwischen dieser und der Berliner Anwendung, von Hrn. Etatsrath Schumacher, zur Bestimmung der Pendellänge für Güldenstein, benutzt worden ist. Das Haus hat doppelte Wände, zwischen welchen ein leerer Raum ist; seine auf allen Seiten, mit Ausnahme der Nordseite, angebrachten Fenster können von Innen, durch undurchsichtige Vorhänge, von Aufsen durch mit Leinwand bezogene Rähmen verdeckt werden, so dafs die Sonnenstrahlen weder in das Innere des Hauses dringen, noch plötzliche Veränderungen der Wärme daselbst erzeugen. Während der Dauer der ganzen Reihe der Pendelversuche wurde stets dafür gesorgt, dafs die Fenster an den von der Sonne beschienenen Seiten des Hauses verdeckt waren; allein am Anfange war nur die innere Verdeckung, durch die Vorhänge, vorhanden, weshalb die Wärme im Hause schnellere Veränderungen erfuhr, und die erste der sechs vollständigen Bestimmungen der Pendellänge, welche ich jetzt bekannt mache, für weniger sicher zu erachten ist, als die fünf späteren.

Der Pendelapparat war, bei seiner Anwendung in Berlin, nicht ganz in demselben Zustande, in welchem ich ihn in Königsberg angewandt habe: vor seiner Anwendung in Güldenstein hat er einige Änderungen erfahren, welche ich jetzt erwähnen werde. Die erste besteht in einer Verbesserung der Einrichtung, durch welche das Pendel, bei geschlossenem Gehäuse des Apparates, in Bewegung gesetzt wird. Früher war zu diesem Zwecke eine verschiebbare Zange vorhanden, durch welche man den Pendelfaden, nahe über dem schwingenden Körper, ergreifen, und wenn man ihn, durch Verschiebung der Zange, beliebig weit von der Lothlinie entfernt hatte, frei lassen konnte. Hierdurch nahm das Pendel zwei verschiedene Bewegungen an, nämlich aufser der langsameren um seinen Aufhängungspunkt, noch die weit schnellere um den Punkt, an welchem die Zange den Faden gehalten hatte; man mufste den Anfang der Beobachtungen so lange verzögern, bis

die letztere durch den Widerstand vernichtet war, was durch das Aufhören einer zitternden Bewegung des schwingenden Körpers bemerkbar wurde. Der hierdurch verursachte Zeitverlust wird durch eine Einrichtung vermieden, deren Hinzufügung zu dem Apparate ich Hrn. Etatsrath Schumacher verdanke: statt der Zange ist jetzt eine Gabel verschiebbar, welche nicht auf den Faden, sondern unmittelbar auf den schwingenden Körper wirkt, an Punkten, welche in der Höhe des Schwerpunktes desselben liegen. Schiebt man ihn, durch diese Gabel, aus der Lage der Ruhe und befreiet man ihn dann, durch schnelles Zurückziehen der Gabel, von derselben, so fängt er seine Schwingungen um den Aufhängungspunkt an, ohne in die erwähnte zitternde Bewegung zu gerathen. — Eine zweite Änderung ist noch wesentlicher, indem sie den schwingenden Körper selbst betrifft. Die erste Reihe meiner Versuche in Königsberg wurde mit einer Kugel von Messing gemacht und nachher, um die Einwirkung der Luft kennen zu lernen und aus dem Resultate zu schaffen, mit einer gleich grofsen, aber weit leichteren Kugel von Elfenbein wiederholt. Die zweite Reihe ist mit einem Hohlcylinder von Messing gemacht worden, in dessen inneren Raum die verschiedenen Körper gebracht wurden, für welche die Pendellänge bestimmt werden sollte; verschiedene Gewichte dieser Körper wurden angewandt, um dadurch die Einwirkung der Luft von der Schwere zu trennen. Obgleich durch beide Mittel der beabsichtigte Zweck, nämlich die Störung des Resultats durch die Luft aus der Bestimmung zu schaffen, erreicht worden ist, so konnte das zweite derselben doch noch vortheilhafter gemacht werden, wenn statt des Hohlcylinders von Messing und statt der darin zu verschliefsenden verschiedenen Körper, beides von möglichst schwerer Materie verfertigt, angewandt wurde. Hierdurch konnte man den Widerstand der Luft verkleinern, also die Schwingungen des Pendels länger in erforderlicher Gröfse erhalten. Aus diesem Grunde liefs Schumacher, vor seinen Versuchen in Güldenstein, einen Hohlcylinder von Platin von Repsold verfertigen, dessen innerer Raum durch einen vollen, aus demselben Metalle bestehenden Cylinder gefüllt werden kann. Dieser Cylinder ist dem ähnlich, welchen ich bei meiner zweiten Reihe von Versuchen angewandt und in den Abhandlungen der Akademie für 1830 beschrieben und abgebildet habe. Er hat, wie dieser, in beiden Böden Schraubenlöcher, sowohl für die Fadenklemme, als für einen kleinen Ansatz von Messing, mit welchem der Fühlhebel des Apparats

in Berührung gebracht wird. Das Gewicht des gefüllten Hohlcylinders ist etwa so grofs wie das Gewicht der früher angewandten Kugel von Messing; es wird bis auf etwa ein Drittel seiner Gröfse gebracht, wenn der Hohlcylinder geleert wird. Die Einwirkung der Luft auf den Unterschied der aus Versuchen mit den schweren und mit den leichten Pendeln gefolgerten Längen des Secundenpendels ist daher etwa doppelt so grofs, als die an die ersteren, dieser Ursache wegen anzubringende Verbesserung. Diese Verbesserung kann also mit Vortheil, durch die Versuche mit beiden Pendeln, gefunden werden.

Indessen nöthigt die Anwendung des Hohlcylinders von Platin, auf die abgesonderte Bestimmung der Einwirkung der Luft auf das längere und auf das kürzere Pendel, welche ich bei meiner zweiten Königsberger Reihe von Versuchen erlangen konnte, Verzicht zu leisten. Um die Einwirkung der Luft auf beide Pendel abgesondert kennen zu lernen, ist erforderlich, dafs man sowohl das längere schwerere Pendel mit dem längeren leichteren, als auch das kürzere schwerere mit dem kürzeren leichteren vergleichen könne. Dieses erlangte ich, bei der erwähnten Reihe von Versuchen, durch das immer angewandte arithmetische Mittel aus zwei Beobachtungen, zwischen welchen der Hohlcylinder umgekehrt war, welches also von der Voraussetzung befreiet war, dafs die Mittelpunkte der Figur und der Maafse, sowohl des gefüllten als des leeren Hohlcylinders zusammenfallen. Bei der Anwendung des Hohlcylinders von Platin mufste man auf seine Umkehrung Verzicht leisten. Denn einerseits war keine Schraube an demselben vorhanden, durch welche man den eingeschobenen vollen Cylinder hätte befestigen können, so dafs man hätte annehmen dürfen, dafs er, bei der Umkehrung, nicht auf den untern Boden herabgesunken wäre; denn obgleich er die Höhlung äufserst nahe ausfüllt, so ist doch nicht zu bezweifeln, dafs ein Zwischenraum von einigen Hunderteln einer Linie zwischen den ihn begrenzenden Ebenen und den inneren Begrenzungsebenen der Böden des Hohlcylinders vorhanden und also sein Ort in dem Innern desselben um so viel veränderlich ist. Andrerseits macht die Weichheit des Platins zweifelhaft, ob die Fadenklemme und der mit dem Fühlhebel in Berührung kommende Ansatz, vor und nach ihrer Verwechselung, immer auf völlig gleiche Art eingeschraubt werden. Man darf, aus diesen Gründen, nur so lange auf den unveränderten Zustand des schwingenden Körpers rechnen, als man ihn in unveränderter

Lage läfst und die Schraube des Ansatzes nicht drehet. Man mufs sich also begnügen, aus der Combination einer Reihe von Versuchen mit beiden schwereren Pendeln, ein Resultat für die Secundenpendellänge zu ziehen und dieses mit dem ähnlichen, aus einer Versuchsreihe mit beiden leichteren Pendeln gezogenen Resultate zu vergleichen, um dadurch die Einwirkung der Luft fortzuschaffen. — Die Umkehrung des schwingenden Körpers erschien, bei der zweiten Reihe meiner Königsberger Versuche, als ein Vortheil, indem dadurch die mit jedem der Pendel gemachten Beobachtungen über die in seinem Inneren verschlossene Materie, abgesondert vergleichbar wurden und man dadurch eine Bestätigung derselben erhalten konnte, welche wünschenswerth war, da die Bestimmung der Pendellänge für jede dieser Materien nicht wiederholt wurde. Da die Pendellänge in Berlin nur für Einen Körper, für diesen aber durch mehrere getrennte Reihen von Versuchen bestimmt werden sollte, so konnte man diese Bestätigung entbehren, indem man, durch die Übereinstimmung der verschiedenen Reihen, eine andere erhalten konnte. Der Vortheil der Anwendung des Körpers von Platin durfte also nicht aufgegeben werden, wenn man auch auf seine Umkehrung Verzicht leisten mufste.

Bei der ersten Reihe meiner Königsberger Versuche habe ich verschiedene Aufhängungsarten der Pendel angewandt; bei der zweiten nur die Aufhängung an einer Schneide. Alle diese Arten sind völlig gleichgültig, indem die Methode nur auf dem Unterschiede der Längen zweier Pendel beruhet, also das Resultat von jeder Unsicherheit über den Aufhängungspunkt befreiet. Ich habe daher auch in Berlin nur eine Aufhängungsart, und zwar die Schneide angewandt.

2.

Indem der Apparat nur die angeführten beiden Veränderungen erfahren hat, so darf ich mich auf seine weitere Beschreibung hier nicht einlassen, sondern kann deshalb auf meine, unter den Abhandlungen der Akademie für 1826 gedruckte Schrift verweisen. Ich mufs indessen die Einzelnheiten angeben, von welchen die Berechnung der Beobachtungen abhängt.

Es wurden sechs von einander getrennte Bestimmungen der Länge des einfachen Secundenpendels, zwischen dem 22. Mai und dem 14. Juli 1835

gemacht. Jede dieser Bestimmungen beruhet auf 6 Versuchen mit den schwereren Pendeln und auf eben so vielen mit den leichteren. Mit den längeren Pendeln sind immer 4 Versuche gemacht, mit den kürzeren 2, welche, der Zeit nach, in der Mitte jener liegen. Die 6 zusammengehörigen Versuche sind immer genau vergleichbar untereinander, indem der schwingende Körper zwischen ihnen keine Veränderung erfuhr. Man darf aber weder annehmen, daſs die Schwerpunkte des gefüllten und des leeren Hohlcylinders gleiche Entfernungen von dem, mit dem Fühlhebel in Berührung kommenden Ansatze besessen haben, noch daſs sie, bei nicht zusammengehörigen Versuchsreihen, unverändert geblieben seien.

Die Pendeluhr, welche ich bei den Versuchen angewandt habe, ist die der Königsberger Sternwarte gehörige, von Repsold verfertigte. Die Bestimmung ihres Ganges verdanke ich der gütigen Bemühung des Hrn. Professors Encke. Indem sie in dem Pendelhause, vor dem Apparate, aufgestellt war, konnte ihr Gang nicht unmittelbar, durch astronomische Beobachtungen, untersucht werden: Encke bestimmte, an jedem heiteren Tage, den Stand einer vortrefflichen Pendeluhr von Tiede und übertrug, mittelst eines Chronometers, die Zeit von dieser zu der Repsoldschen. Zu seinen Beobachtungen benutzte er, vom 19. bis 26. Mai ein kleines Passagen-Instrument von Ertel, welches er in einem Meridiandurchschnitte der neuen Sternwarte aufstellte; nachher bediente er sich eines gröſseren, der Königsberger Sternwarte gehörigen Passagen-Instruments von Hrn. Repsold; allein da bemerkt wurde, daſs dieses Instrument eine kleine Wandelbarkeit zeigte, so kehrte er, vom 2. Juli an, wieder zu dem früher angewandten zurück. Das durch diese Beobachtungen erlangte Register des Ganges der Repsoldschen Uhr ist folgendes:

	Zeit der Uhr	St. Z.	Corr. d. Uhr	Tägl. Gang	geltend für	
	h ′ ″	h ′ ″	″	″		h ′
Mai 21	14 25 57,0	14 25 46,698	— 10,302	+ 12,081	Mai 22	14 12
23	13 58 35,0	13 58 48,631	+ 13,631	+ 12,431	23	27 42
24	17 25 15,5	17 25 43,346	+ 27,846	+ 12,406	25	16 53
26	16 21 17,5	16 22 9,606	+ 52,106	+ 12,058	29	17 44
Juni 1	19 7 12,25	19 9 18,097	+ 125,847	+ 11,713	Juni 2	5 49
2	16 31 21,0	16 33 37,291	+ 136,291	+ 11,327	2	27 27
3	14 22 50,0	14 25 16,607	+ 146,607	+ 11,839	3	26 7
4	13 51 48,0	13 54 26,192	+ 158,192	+ 12,003	4	26 4

	Zeit der Uhr	St. Z.	Corr. d. Uhr	Tägl. Gang	geltend für	
	h ′ ″	h ′ ″	″	″		h ′
Juni 5	14 16 0,75	14 18 51,151	+ 170,401	+ 12,044	Juni 5	26 1
6	13 46 30,5	13 49 32,696	+ 182,196	+ 12,147	6	25 49
7	13 50 52,5	13 54 6,880	+ 194,380	+ 12,133	7	25 49
8	13 47 48,5	13 51 14,987	+ 206,487	+ 12,331	8	25 48
9	13 45 57,5	13 49 36,303	+ 218,803	+ 13,001	9	26 0
10	14 14 7,5	14 17 59,559	+ 232,059	+ 12,659	10	27 5
11	15 56 2,5	16 0 8,114	+ 245,614	+ 12,455	11	26 51
12	13 46 35,5	13 50 52,449	+ 256,949	+ 12,686	12	26 21
13	14 56 17,5	15 0 47,749	+ 270,249			
14	14 19 51,5	14 19 32,874	— 18,626	— 0,738	14	26 4
15	13 48 35,5	13 48 16,152	— 19,348	— 1,029	16	25 45
18	13 42 11,0	13 41 48,566	— 22,434	— 1,266	18	25 46
19	13 49 33,5	13 49 9,793	— 23,707	— 1,189	19	26 2
20	14 13 55,5	14 13 30,584	— 24,916	— 1,366	20	26 3
21	13 49 5,0	13 48 38,742	— 26,258	— 1,298	21	26 33
22	15 16 4,0	15 15 36,366	— 27,634	— 1,166	22	26 38
23	13 59 10,0	13 58 41,362	— 28,638	— 0,940	23	25 54
24	13 48 1,5	13 47 31,930	— 29,570	— 1,048	24	25 40
25	13 32 47,5	13 32 16,893	— 30,607	— 0,836	25	25 37
26	13 40 52,5	13 40 21,052	— 31,448	— 0,878	26	26 4
27	14 27 14,0	14 26 41,646	— 32,354	— 0,042	27	26 59
28	15 31 0,0	15 30 27,608	— 32,398	— 0,934	28	26 30
29	13 29 56,0	13 29 22,746	— 33,254	— 0,947	30	25 46
Juli 2	14 2 11,0	14 1 34,883	— 36,117	— 1,638	Juli 2	23 23
3	8 44 12,5	8 43 35,107	— 37,393			
	15 17 15,0	15 16 16,833	— 58,167	+ 6,109	3	26 47
4	14 17 31,5	14 16 39,186	— 52,314	+ 6,248	4	27 6
5	15 55 0,0	15 54 14,357	— 45,643	+ 5,722	7	14 56
9	13 57 25,0	13 57 1,777	— 23,223	+ 5,074	9	25 59
10	14 1 30,0	14 1 11,865	— 18,135	+ 5,548	10	26 0
11	13 59 21,0	13 59 8,405	— 12,595	+ 5,258	11	27 10
12	16 20 55,5	16 20 48,680	— 6,820	+ 4,921	13	28 8
15	15 54 16,5	15 54 24,353	+ 7,853	+ 4,745	15	27 42
16	15 29 45,0	15 29 57,517	+ 12,517			

Es geht hieraus hervor, dafs die Regelmäfsigkeit des Ganges der Uhr nicht so grofs war, als nach vieljährigen früheren Erfahrungen in Königsberg erwartet werden durfte. Die Ursache hiervon konnten wir nicht entdecken: die Aufstellung der Uhr vor dem Pendelapparate war vollkommen fest; auch war sie, vor ihrer Anwendung, von Hrn. Tiede sorgfältig gereinigt worden.

Während der Zeit der Pendelversuche wurde sie noch einmal zerlegt und gereinigt, jedoch ohne den gehofften Erfolg. Glücklicherweise war das Wetter so günstig, dafs Hr. Professor Encke den Stand der Uhr sehr häufig bestimmen konnte. Den täglichen Gang derselben zur Zeit eines jeden Versuches, habe ich immer aus seinen beiden, den Versuch zunächst einschliefsenden Bestimmungen, unter der Annahme der Zeit proportionalen Änderungen, abgeleitet.

3.

Die Pendel, mit welchen die Versuche gemacht worden sind, nehme ich aus vier Theilen zusammengesetzt an; nämlich aus der Schneide, dem Faden, dem Coincidenz-Cylinder und dem Körper von Platin. Wenn man die Gewichte dieser Theile durch $m^{(1)}$, $m^{(2)}$, $m^{(3)}$, $m^{(4)}$ bezeichnet; die Entfernungen ihrer Schwerpunkte von der Schneide durch $s^{(1)}$, $s^{(2)}$, $s^{(3)}$, $s^{(4)}$; ihre, auf diese Schwerpunkte bezogenen Momente der Trägheit durch $\mu^{(1)}$, $\mu^{(2)}$, $\mu^{(3)}$, $\mu^{(4)}$, so erhält man die Länge des einfachen Pendels, welches mit dem so zusammengesetzten, aber als unbiegsam betrachteten, gleichzeitig schwingt:

$$l = \frac{\Sigma \mu + \Sigma m s s}{\Sigma m s},$$

welcher Ausdruck auch geschrieben werden kann:

$$s^{(4)} + \frac{\Sigma \mu - m^{(1)} s^{(1)} (s^{(4)} - s^{(1)}) - m^{(2)} s^{(2)} (s^{(4)} - s^{(2)}) - m^{(3)} s^{(3)} (s^{(4)} - s^{(3)})}{\Sigma m s}.$$

Die vier in diese Formel eingehenden Theile werde ich jetzt näher angeben.

1. Die Schneide.

Sie wird, verbunden mit ihrem Rahmen und der in denselben eingeschraubten, den Pendelfaden haltenden Klemme, als ein Körper betrachtet. Dieser Körper kann in verschiedene Zustände gebracht werden, indem, von dem Rahmen der Schneide, ein mit Schraubengewinden versehener Stift aufwärts geht, an welchem ein Cylinder verschoben und in beliebige Entfernungen von der Schneide gebracht werden kann; durch die Veränderung des Ortes dieses Cylinders kann man dem ganzen Körper verschiedene Schwingungszeiten geben. Das Gewicht der Schneide, ihres Rahmens und der Fadenklemme ist 277,44 Preufs. Gran; das Gewicht des verschiebbaren

Cylinders 61,57 Gran; des ganzen Körpers also 339,01 Gran. Da dieser Körper nicht einfach genug ist, um sein Moment der Trägheit, aus den Abmessungen und Gewichten seiner einzelnen Theile, mit hinreichender Sicherheit berechnen zu können, so habe ich dasselbe aus Beobachtungen der Schwingungszeiten, welche er bei verschiedenen Stellungen des verschiebbaren Cylinders besafs, abgeleitet.

Wenn das Moment der Trägheit seines unveränderlichen Theils, nämlich der Schneide, ihres Rahmens und der angeschraubten Fadenklemme, auf eine, der Schneide parallel, durch seinen Schwerpunkt gelegte Axe bezogen, durch μ bezeichnet wird; das Moment der Trägheit des Cylinders, auf eine ähnliche, durch seinen Schwerpunkt gelegte Axe bezogen, durch $\mu_,$; die Entfernungen beider Axen von der Schneide durch s und $s_,$; die Gewichte durch m und $m_,$; so schwingt der ganze Körper wie ein einfaches Pendel, dessen Länge

$$L = \frac{\mu + \mu_, + mss + m_,s_,s_,}{ms + m_,s_,}$$

ist. Schreibt man x für $\mu + \mu_, + mss$, y für ms, so erhält man hieraus:

$$x - Ly = m_,s_,(L - s_,)$$

und kann also durch Beobachtung, wenigstens zweier zusammengehöriger Werthe von L und $s_,$, die beiden unbekannten Gröfsen x und y bestimmen. Ich habe die Schwingungszeiten und dadurch L, für 7 verschiedene Werthe von $s_,$ folgendermafsen beobachtet:

$s_,$	L
$= -\ 9{,}^L17$	$= 58{,}^L97$
$= -\ 10{,}\ 80$	$= 87{,}\ 27$
$= -\ 11{,}\ 73$	$= 118{,}\ 89$
$= -\ 12{,}\ 47$	$= 156{,}\ 02$
$= -\ 13{,}\ 44$	$= 254{,}\ 54$
$= -\ 14{,}\ 14$	$= 440{,}\ 70$
$= -\ 15{,}\ 10$	$= 3642{,}\ 67$

Die diesen Beobachtungen am meisten genügenden Werthe der unbekannten Gröfsen, nämlich:

$$x = 16927;\quad y = 938{,}2$$

stellen die einzelnen Messungen von $s_,$ bis auf:

$$-\ 0{,}^L02,\quad -\ 0{,}^L04,\quad +\ 0{,}^L03,\quad +\ 0{,}^L01,\quad +\ 0{,}^L01,\quad +\ 0{,}^L02,\quad 0{,}^L00$$

dar und zeigen dadurch, dafs die aus den Beobachtungen gezogenen Werthe der unbekannten Gröfsen, eine zu der Berechnung der Pendelversuche hinreichende Sicherheit besitzen.

Wenn der Zustand des hier betrachteten Körpers, bei seiner Anwendung zu den Pendelversuchen, so ist, dafs er eine Schwingungszeit, welcher die einfache Pendellänge L zugehört, besitzt, so geht $s_,$ aus der Auflösung der Gleichung:

$$x - Ly = m_, s_, (L - s_,)$$

hervor und man erhält dadurch:

$$m^{(1)} = m + m_,;\quad m^{(1)} s^{(1)} = y + m_, s_,;\quad \mu^{(1)} = x + m_, s_, s_, - m^{(1)} s^{(1)} s^{(1)}.$$

Bei den vier ersten Bestimmungen der Pendellänge war der verschiebbare Cylinder am Rahmen der Schneide so gestellt, dafs der ganze Körper eine Schwingung in $2{,}''875$ machte; bei den beiden letzten Bestimmungen war er der Schneide näher gebracht, so dafs die Schwingungszeit genau $1''$ M. Z. betrug. Hieraus findet man:

$$s_, = -15{,}^L10 \quad \text{und} \quad = -14{,}^L146$$

und ferner für beide Zustände des Körpers:

	$m^{(1)}$	$s^{(1)}$	$\mu^{(1)}$
I - IV	339,01	$+0{,}^L0251$	30966
V - VI	339,01	$+0{,}1983$	29234

2. Die Fäden.

Sie waren, wie bei meinen früheren Versuchen, von Stahl. Ihre Gewichte betrugen, bei den beiden ersten Bestimmungen, für beide Pendel 11,33 und 3,73 Gran; bei den vier letzten Bestimmungen 11,61 und 3,83 Gran. Ihr oberes Ende war $9{,}^L16$ unter der Schneide. Wenn r ihre Länge bedeutet, ist also:

$$s^{(2)} = 9{,}^L16 + \tfrac{1}{2} r;\quad \mu^{(2)} = \frac{m^{(2)}}{12} rr.$$

Das untere Ende des Fadens ist $6{,}^L68$ über dem Mittelpunkte des Platin-Cylinders; die Entfernung dieses Mittelpunkts von der Schneide ist also $= 15{,}^L84 + r$. Aus der Vergleichung dieses Ausdruckes der Entfernung mit ihrem, aus den Pendelversuchen selbst hervorgehenden, Werthe kann man

also r kennen lernen. Ich habe es, für die einzelnen Bestimmungen, folgendermafsen gefunden:

Pendel	Schwereres		Leichteres	
	längeres	kürzeres	längeres	kürzeres
Bestimmung I	$1288^L,85$	$424^L,67$	$1287^L,93$	$424^L,37$
II	1288, 74	424, 67	1287, 83	424, 37
III	1289, 08	424, 95	1288, 18	424, 64
IV	1289, 03	424, 91	1288, 10	424, 60
V	1289, 01	424, 91	1288, 09	424, 60
VI	1289, 01	424, 91	1288, 09	424, 60

Hieraus gehen folgende, zu der Berechnung des Einflufses der Fäden auf die Zusammensetzung der Pendel nothwendige Zahlen hervor:

		Längeres Pendel			Kürzeres Pendel		
		$m^{(2)}$	$s^{(2)}$	$\mu^{(2)}$	$m^{(2)}$	$s^{(2)}$	$\mu^{(2)}$
I	schwer	11,33	$653^L,585$	1568388	3,73	$221^L,495$	56057
	leicht	—	653, 125	1566156	—	221, 345	55981
II	schwer	11,33	653, 530	1568120	3,73	221, 495	56057
	leicht		653, 075	1565906		221, 345	55981
III	schwer	11,61	653, 70	1607721	3,83	221, 635	57637
	leicht		653, 25	1605477		221, 48	57551
IV	schwer	11,61	653, 675	1607596	3,83	221, 615	57626
	leicht		653, 21	1605278		221, 46	57541
V	schwer	11,61	653, 665	1607547	3,83	221, 615	57626
	leicht		653, 205	1605253		221, 46	57541
VI	schwer	11,61	653, 665	1607547	3,83	221, 615	57626
	leicht		653, 205	1605253		221, 46	57541

3. Der Coincidenz-Cylinder.

Die Mitte des schwarzen Streifens an der Scale, auf welchem der Coincidenz-Cylinder eine weifs gelassene Stelle verdeckt, war von den Aufhängungspunkten beider Pendel $1284^L,2$ und $420^L,2$ entfernt. Man hat für beide:

	$m^{(3)}$	$s^{(3)}$	$\mu^{(3)}$
für das längere Pendel	$2^{Gr},88$	$1284^L,2$	2
— — kürzere —	1, 50	420, 2	1

4. Der schwingende Körper.

Dieser Körper besteht aus dem Hohlcylinder von Platin, der in denselben eingeschraubten Klemme, durch welche er an den Faden befestigt ist, und dem, gleichfalls in ihn eingeschraubten Ansatze, mit welchem der Fühlhebel in Berührung gebracht wird. Bei den Versuchen mit dem schwereren Pendel ist der Hohlcylinder gefüllt, bei den Versuchen mit dem leichteren leer. Die Höhe des Hohlcylinders ist, nach Schumachers Messung $= 15{,}^L296$, sein Durchmesser $= 15{,}^L305$; seine cylindrische Höhlung hat $13{,}^L360$ Höhe und $13{,}^L345$ Durchmesser. Sein Gewicht, im leeren Raume, habe ich, wenn er gefüllt ist $= 11141{,}83$ Gran, wenn er leer ist $= 3702{,}61$ Gran gefunden. Jedes der in die Böden eingebohrten Schraubenlöcher würde, wenn es mit Platin gefüllt wäre, sein Gewicht um 3,46 Gran vermehren. Man würde also für den gefüllten und den leeren Hohlcylinder, wenn er ohne Schraubenlöcher wäre, die Gewichte 11148,75 Gran und 3709,53 Gran finden. Hieraus ergeben sich die Momente der Trägheit des gefüllten und des leeren Hohlcylinders, auf eine, seine Axe in seinem Schwerpunkte senkrecht durchschneidende Axe bezogen $= 379721$ und $= 186266$.

Es kann hier angenommen werden, dafs der Schwerpunkt sowohl des gefüllten, als des leeren Hohlcylinders, mit seinem Mittelpunkte zusammenfalle. Er wird nicht verändert durch die in beiden Böden befindlichen Schraubenlöcher; allein die Fadenklemme und der Ansatz verändern ihn ein wenig, indem sie nicht ganz symmetrisch sind; sie verursachen also, dafs seine und des Mittelpunktes Entfernungen von dem Aufhängungspunkte des Pendels, $s^{(4)}$ und ϱ, verschieden sind. Sowohl die Schraubenlöcher, als diese beiden Körper ändern auch das Moment der Trägheit. Alle diese Änderungen müssen nach folgenden Angaben in Rechnung gebracht werden.

a) Die Schraubenlöcher. Der Schwerpunkt eines jeden derselben liegt in der Mitte des Bodens, in welchen es eingebohrt ist, also $\mp 7{,}^L164$ von dem Mittelpunkte des Cylinders entfernt. Sein Moment der Trägheit, auf eine durch seinen Schwerpunkt gelegte Axe bezogen, ist $= 1$.

b) Die Fadenklemme. Ihr Schwerpunkt ist, ihrer Figur zufolge, $0{,}^L1501$ über der oberen, den Hohlcylinder begrenzenden Ebene, also $-7{,}^L7981$ von seinem Mittelpunkte entfernt. Ihr Gewicht ist 4,89 Gran; ihr Moment der Trägheit $= 3$.

c) Der Ansatz. Sein Schwerpunkt ist, seiner Figur zufolge, $0^L{,}1747$ unter der unteren, den Hohlcylinder begrenzenden Ebene, also $+7^L{,}8227$ von dem Mittelpunkte desselben entfernt. Sein Gewicht ist 4,92 Gran; sein Moment der Trägheit $= 3$.

Man findet hieraus für den ganzen schwingenden Körper, wenn er gefüllt ist:

	$m^{(4)}$	$m^{(4)}(s^{(4)}-\varrho)$	$\mu^{(4)}$
Cylinder von Platin	11148,75	0	379721
beide Schraubenlöcher	$-$ 6,92	0	$-6{,}92(7{,}164)^2 - 2$
Fadenklemme	$+$ 4,89	$-4{,}89 \cdot 7{,}7981$	$+4{,}89(7{,}7981)^2 + 3$
Ansatz	$+$ 4,92	$+4{,}92 \cdot 7{,}8227$	$+4{,}92(7{,}8227)^2 + 3$
Summe	11151,64	$+$ 0,3550	379968

und wenn er leer ist:

	$m^{(4)}$	$m^{(4)}(s^{(4)}-\varrho)$	$\mu^{(4)}$
Cylinder von Platin	3709,53	0	186266
beide Schraubenlöcher	$-$ 6,92	0	$-6{,}92(7{,}164)^2 - 2$
Fadenklemme	$+$ 4,89	$-4{,}89 \cdot 7{,}7981$	$+4{,}89(7{,}7981)^2 + 3$
Ansatz	$+$ 4,92	$+4{,}92 \cdot 7{,}8227$	$+4{,}92(7{,}8227)^2 + 3$
Luft im Inneren	$+$ 0,43	0	11
Summe	3712,85	$+$ 0,3550	186524

Man hat also für

		$s^{(4)}-\varrho$	
das schwerere Pendel	11151,64	$+0^L{,}000032$	379968
— leichtere —	3712,85	$+0{,}000096$	186524

Nach der oben schon angeführten Formel ist der Ausdruck von ϱ durch die Länge des Fadens, $\varrho = 15^L{,}84 + r$.

Wenn man diese Angaben für die vier Theile, aus welchen die Pendel zusammengesetzt worden sind, in die am Anfange dieses Paragraphen angeführte Formel setzt, so erhält man die Länge des einfachen, mit dem zusammengesetzten gleichzeitig schwingenden Pendels. Jedoch beruhet diese Formel auf der Voraussetzung der Unbiegsamkeit des Fadens, und erfordert, da diese nicht stattfindet, eine Verbesserung, deren Ausdruck man S. 137 meiner Untersuchungen über die Länge des einfachen Secundenpendels findet. Wenn man die Entfernung des Schwerpunktes des schwingenden Körpers von dem Befestigungspunkte desselben an dem Faden, durch *s* bezeichnet, übrigens

aber die hier angewandten Bezeichnungen beibehält, so ist diese Verbesserung:

$$= \frac{\mu^{(4)2}(s^{(4)} - s)}{m^{(4)2} \cdot s^{(4)3} \cdot s}.$$

Den Werth von s habe ich $= 8{,}^{L}794$ gefunden, und dadurch die Verbesserung

Pendel	Schweres		Leichtes	
	langes	kurzes	langes	kurzes
Verbesserung	+ 0,^L 00009	+ 0,^L 00077	+ 0,^L 00019	+ 0,^L 00167

Setzt man die Länge des gleichzeitig schwingenden einfachen Pendels $= \varrho + c$, so ergiebt sich c, aus den in diesem §. mitgetheilten Angaben, folgendermafsen:

Bestimmung I	— 0,^L 2010	+ 0,^L 0557	— 0,^L 6417	+ 0,^L 0485
II	— 0, 2010	+ 0, 0557	— 0, 6415	+ 0, 0485
III	— 0, 2067	+ 0, 0549	— 0, 6585	+ 0, 0462
IV	— 0, 2066	+ 0, 0549	— 0, 6584	+ 0, 0463
V u. VI ..	— 0, 2120	+ 0, 0493	— 0, 6745	+ 0, 0294

4.

Die beobachteten Schwingungszeiten der Pendel erfordern zwei Verbesserungen, durch welche sie mit den Messungen ihrer Längen vergleichbar werden. Sie müssen nämlich sowohl auf die Temperatur reducirt werden, welche, zur Zeit der Messung, im Gehäuse des Apparats vorhanden war, als auch auf unendlich kleine Schwingungswinkel.

Die Messung der Länge ist immer am Anfange und am Ende jedes Versuches gemacht worden; die zugleich abgelesenen Angaben zweier Thermometer, deren eins in der Höhe des unteren, das andere in der Höhe des oberen Endes des Pendelfadens hing, ergeben die Wärme, welche der Faden hatte, als er gemessen wurde. Bezeichnet man das Mittel aus diesen beiden Ablesungen der Thermometer durch L, das Mittel aus einer, im Laufe des Versuches gemachten Ablesung durch L', so verhält sich die gemessene Länge des Fadens zu der Länge, von welcher die Dauer der Schwingungen abhängt, wenn L und L' in hunderttheiligen Graden angegeben werden, und wenn die Ausdehnung des Stahlfadens von dem Eispunkte bis zum Siedepunkte des Thermometers, nach Horners Bestimmung $= 0{,}001074$ gesetzt wird, wie

$$1 + L \cdot 0{,}00001074 : 1 + L' \cdot 0{,}00001074.$$

Wenn t die der gemessenen Länge entsprechende Dauer einer Schwingung bedeutet, so ist also die, der Temperatur L' entsprechende, sehr nahe

$$= t\,\{1 + 0{,}00000537\,(L'\,L)\}.$$

Die Dauer einer Schwingung, welche das Pendel um den Winkel u von der Lothlinie entfernt, ist bekanntlich:

$$= t\left\{1 + \frac{uu}{16}\right\}.$$

Zur Bestimmung von u ist die Entfernung der Grenzen der Bewegung des Pendelfadens auf einer, in halbe Pariser Linien getheilten, Scale beobachtet, deren Entfernung von den Aufhängungspunkten beider Pendel = $1284{,}^{L}25$ und $420{,}^{L}25$ war. Diese Scale war $3{,}^{L}75$ hinter der Ebene der Bewegung des Pendelfadens; das Fernrohr, mit welchem die Ablesungen gemacht wurden, war 1185 L., oder 316 Mal so weit, vor derselben. Wenn μ die abgelesene Entfernung der Grenzen bedeutet, so ist also

$$\operatorname{tang} u = \frac{\mu}{2} \cdot \frac{316}{317} \cdot \frac{1}{1284{,}25} \quad \text{und} \quad = \frac{\mu}{2} \cdot \frac{316}{317} \cdot \frac{1}{420{,}25}.$$

Man erhält hierdurch den Ausdruck der jedesmaligen Schwingungszeit

$$= t\,\{1 + \alpha\mu\mu\}.$$

in welcher Formel

$$\log \alpha = 1{,}97378 - 10 \quad \text{und} \quad = 2{,}94406 - 10$$

ist.

Beide Verbesserungen vereinigt, sind auf die Art in Rechnung gebracht worden, welche ich im 12ten Art. meiner ersten Abhandlung erklärt habe. Die wahrscheinlichste Dauer einer Schwingung des Pendels für unendlich kleine Schwingungszeiten und für die mittlere Temperatur des Fadens zur Zeit der Messungen, ist nach der ebendaselbst gegebenen Vorschrift bestimmt worden.

Die Versuche ergeben, auf diese Art, die Dauer der Schwingung des Pendels, in Secunden der Uhr ausgedrückt. Um sie in mittleren Secunden ausgedrückt zu erhalten, ist sie mit der Dauer einer Secunde der Uhr, nämlich mit

$$P = \frac{86400}{86400 - s} \cdot \frac{365{,}2422176}{366{,}2422176}$$

multiplicirt worden, wo s den täglichen Gang der Uhr bedeutet.

5.

Die Messung des Unterschiedes der Längen der Pendel, welcher die gesuchte Länge des einfachen Secundenpendels, der angewandten Methode zufolge, ergiebt, setzt voraus, dafs man den Werth einer Umdrehung der Schraube, welche den Fühlhebel bewegt, und den Einflufs der Wärme auf den Mefsapparat kenne.

Den Werth einer Schraubenumdrehung (p) habe ich früher, durch Vergleichung beobachteter Schwingungszeiten eines Pendels, dessen Länge um einige Linien verändert wurde, mit der durch die Schraube angegebenen Gröfse der Veränderung bestimmt und $= 0,^L0902$ gefunden. Nach der Beendigung der Versuche in Berlin habe ich einen Apparat zur Vergleichung verschiedener Maafsen, welchen, eines anderen Zweckes wegen, Hr. Baumann für meinen Gebrauch verfertigt hatte, benutzt, um eine unmittelbare Bestimmung von p zu erhalten. Die Fühlhebeleinrichtung wurde deshalb von dem Pendelapparate abgenommen und auf den Mefsapparat gebracht, welcher, durch zwei verschiedene Messungsreihen, die eine von 10 zu 10, die andere von 11 zu 11 Umdrehungen der Schraube fortgehend, ergab:

$$120{,}033\,p = 10,^L7938; \quad 110{,}030\,p = 9,^L8986.$$

Diese beiden Messungen geben, nahe mit der früheren Bestimmung und noch näher unter sich übereinstimmend, $p = 0,^L08994$; welches Resultat ich zu der Berechnung der Berliner Versuche angewandt habe.

Die Einwirkung der Wärme auf den Mefsapparat der Pendel habe ich zwar auch schon in meinen früheren Abhandlungen angegeben, mufs sie aber jetzt neu aufsuchen, indem die Anwendung des neuen schwingenden Körpers eine Änderung darin hervorbringt und auch die neuere Bestimmung der Ausdehnung des Stahls, von Horner, den Vorzug vor der früher angewandten verdient. Die drei, in das Eisen des Apparates eingelegten, Thermometer habe ich aufs Neue, durch schmelzendes Eis und durch, bis zu der Temperatur von 30° gehende Vergleichungen mit zwei genau berichtigten Normal-Thermometern, geprüft und dadurch das Mittel erhalten, die an ihnen gemachten Ablesungen auf wahre hunderttheilige Grade zu reduciren; diese letzteren habe ich bei den Versuchen unmittelbar angegeben.

Die Kugeln dieser Thermometer befinden sich resp. 196, 584, 1292 Linien über dem Boden des Gehäuses. Wenn die von ihnen angegebenen

Temperaturen durch e', e'', e''' bezeichnet werden, und wenn vorausgesetzt wird, daſs dieselben sich, sowohl zwischen den beiden unteren, als zwischen den beiden oberen, der Höhe proportional ändern, so erhält man die Temperatur in einer Höhe h, wenn sie gröſser ist als 196 und kleiner als 584 Lin. nach der Formel:

$$\alpha e' + \alpha' e'' = \frac{584 - h}{388} e' + \frac{h - 196}{388} e''$$

und wenn sie gröſser ist als 584 und kleiner als 1292 Lin. nach der Formel:

$$\alpha e'' + \alpha' e''' = \frac{1292 - h}{708} e'' + \frac{h - 584}{708} e'''.$$

Nach diesen Formeln kann die mittlere Temperatur jedes Theiles des Apparats, welcher Einfluſs auf die Messung hat, bestimmt und also auch seine jedesmalige Länge ausgedrückt werden.

Der Fühlhebel am Pendelapparate giebt die Länge des kürzeren Pendels, von seinem Aufhängungspunkte bis zu dem Mittelpunkte des schwingenden Körpers gerechnet, von einer Gröſse F abhängig, welche unveränderlich sein würde, wenn die Wärme immer dieselbe wäre, welche aber von der Wärme verändert wird. Die Länge des längeren Pendels giebt er von der Summe derselben Gröſse und der Toise abhängig. Man muſs also die Änderungen aufsuchen, welche F und die Toise durch die Wärme erleiden. Die zur Berechnung der ersteren nothwendigen Angaben sind in folgender Tafel enthalten:

	Höhe der Mitte	Ausdruck der Temperatur	Länge des Theils	Ausdehnung für 1° Cent
Kugel am Aufhängungs-Cylinder . .	568,^L 5	$+ 15,5\ e' + 372,5\ e'' : 388$	3,^L 0	$+ 3,0\, S$
Cylinder, auf welchem sie ruhet . .	544, 0	$+ 40,0\ e' + 348,0\ e'' : 388$	46, 0	$+ 46,0\, S$
Eisen des Apparats, von dem festen Punkte bis zur Mikrometervorrichtung	308, 75	$+ 275,25\, e' + 112,75\, e'' : 388$	424, 5	$+ 424,5\, E$
Hülse der Mikrometervorrichtung .	70, 75	$+ 513,25\, e' - 125,25\, e'' : 388$	51, 5	$+ 51,5\, G$
Mikrometerschraube	51, 25	$+ 532,75\, e' - 144,75\, e'' : 388$	12, 5	$- 12,5\, S$
Schraubenmutter derselben	60, 5	$+ 523,5\ e' - 135,5\ e'' : 388$	6, 0	$- 6,0\, M$
Stahl-Cylinder am Fühlhebel	92, 0	$+ 492,0\ e' - 104,0\ e'' : 388$	57, 0	$- 57,0\, S$
Ansatz des Platin-Cylinders	120, 95	$+ 463,05\, e' - 75,05\, e'' : 388$	0, 9	$- 0,9\, M$
Halbe Höhe des Platin-Cylinders . .	125, 2	$+ 458,8\ e' - 70,8\ e'' : 388$	7, 6	$- 7,6\, P$

Die der letzten Columne beigeschriebenen Buchstaben *S, E, G, M, P* bedeuten die Änderungen einer Längeneinheit von Stahl, Eisen, Glockenmetall, Messing, Platin für einen Centesimalgrad des Thermometers. Nimmt man ihre Werthe:

$S =$	0,00001074	nach	Horner
$E =$	0,00001167	—	Bessel
$G =$	0,00001908	—	Berthoud
$M =$	0,00001878	—	Lavoisier und Laplace
$P =$	0,000008565	—	Borda

und multiplicirt man die Zahlen der zweiten Columne der Tafel, in die der letzten, so erhält man, durch die Summe der Producte, den Ausdruck der Gröfse von F für die Temperaturen e' und e'':

$$F + 0^L{,}0036567\, e' + 0^L{,}0018651\, e''$$

oder, wenn man $\tau = 0{,}6622\, e' + 0{,}3378\, e''$ setzt,

$$F + 0^L{,}0055218\, \tau.$$

Die zu den Versuchen angewandte Toise ist dieselbe, welche bei meinen beiden Königsberger Versuchsreihen und auch in Güldenstein benutzt worden ist. Nach dem zu ihr gehörigen Certificate der Herren Arago und Zahrtmann ist sie $0^L{,}0008$ kürzer als die Toise du Pérou; ihre Ausdehnung durch eine Vermehrung der Wärme von 1° Cent., haben meine früheren Pendelversuche $= 0{,}00001167$ gegeben. Aus diesen beiden Bestimmungen folgt ihre Länge für die Temperatur τ':

$$= 863^L{,}9992\, \frac{1 + \tau' \cdot 0{,}00001167}{1 + 16{,}25 \cdot 0{,}00001167} = 863^L{,}83538 + \tau' \cdot 0^L{,}010081.$$

Die Temperatur der Toise erhält man aus der in meiner ersten Abhandlung gegebenen Formel, in Beziehung auf welche am Apparate nichts geändert ist,

$$\tau' = 0{,}4095\, e'' + 0{,}5905\, e'''.$$

Der gemessenen Länge eines jeden der Pendel mufs noch eine Verbesserung hinzugefügt werden, indem das Pendel, während der Messung seiner Länge, kürzer erscheint als es wirklich ist. Das Gewicht, mit welchem der Fühlhebel der Schwere des Pendels entgegenwirkt, ist, wie bei den früheren Versuchen, 32,82 Gran; die dadurch erzeugte Verkürzung der Fäden habe ich, durch die Beobachtung der Verlängerungen, welche die Fäden sowohl des längeren, als des kürzeren Pendels, durch die Auflegung ver-

schiedener Gewichte auf den Platinkörper erfuhren, $= 0{,}^L0041$ und $0{,}^L0014$ gefunden. Diese neue Bestimmung ist von der früheren kaum verschieden, so wie auch die jetzt angewandten Fäden, den früher angewandten in dem Gewichte und also auch der Stärke fast gleich sind. Einen Unterschied der Wirkung des Fühlhebels auf die schwereren und die leichteren Pendel habe ich nicht mit Sicherheit bemerken können.

Zufolge der Bestimmungen im gegenwärtigen §. sind die Längen beider Pendel, wenn die Schraube des Fühlhebels f angiebt:

des längeren $= F + 0{,}^L0055218\,\tau + 0{,}^L0041 + \text{Toise} - fp$

des kürzeren $= F + 0{,}0055218\,\tau + 0{,}0014 - fp$.

6.

Wenn die Dauer der Schwingung eines zusammengesetzten Pendels in der Luft $= t$, die Länge des seiner Zusammensetzung entsprechenden einfachen Pendels $= \varrho + c$, die Länge des einfachen Secundenpendels $= \lambda$, so sind diese drei Gröfsen durch die Gleichung:

$$\varrho + c = \lambda tt \frac{1 - \frac{m's'}{ms}}{1 + \frac{m'}{m}k}$$

miteinander verbunden, in welcher m die Masse des Pendels, ms das Product der Masse in die Entfernung seines Schwerpunktes von dem Aufhängungspunkte, und m' und $m's'$ das Ähnliche für die aus der Stelle verdrängte Luft bedeuten; k ist ein Coefficient, welcher durch Versuche bestimmt werden mufs und welchen ich für beide Pendel nicht als gleich voraussetzen, sondern, während ich ihm dieses Zeichen für das längere Pendel gebe, für das kürzere durch k' bezeichnen werde. Diese Gleichung werde ich

$$\varrho + c = \lambda tt - \lambda tt \cdot \frac{m's'}{ms} - \frac{m'}{m}(\varrho + c)\,k$$

schreiben; die beiden letzten Glieder sind die Reduction der Pendellänge auf den leeren Raum.

Um diese Reduction berechnen zu können, mufs man m' und $m's'$ kennen; m und ms sind, aus §. 3., schon bekannt. Für die Schneide, den Faden und den Coincidenz-Cylinder kann man m', aus den als bekannt

angenommenen Dichtigkeiten und Gewichten dieser Körper berechnen; für den Platincylinder folgt es aus seinen bekannten Abmessungen.

Nimmt man die Dichtigkeit des dichtesten Wassers zur Einheit der Dichtigkeiten an, und setzt man dieselben für die Schneide, den Faden und den Coincidenz-Cylinder $= \delta^{(1)}, \delta^{(2)}, \delta^{(3)}$, die Dichtigkeit der Luft aber Δ, so ist die Masse der Luft, welche jeder dieser Körper verdrängt:

$$\frac{m^{(1)}}{\delta^{(1)}}\Delta, \quad \frac{m^{(2)}}{\delta^{(2)}}\Delta, \quad \frac{m^{(3)}}{\delta^{(3)}}\Delta.$$

Bezeichnet man ferner den Raum, welchen der Platincylinder ausfüllt, in Cubiclinien ausgedrückt, durch V und nimmt man das Gewicht einer Cubiclinie des dichtesten Wassers $= 0{,}1884961$ Preufs. Gran, so ist die Masse der Luft, welche dieser Körper verdrängt:

$$= 0{,}1884961 \cdot V \cdot \Delta.$$

Man hat also:

$$m' = \left\{\frac{m^{(1)}}{\delta^{(1)}} + \frac{m^{(2)}}{\delta^{(2)}} + \frac{m^{(3)}}{\delta^{(3)}} + 0{,}1884961 \cdot V\right\}\Delta$$

$$m's' = \left\{\frac{m^{(1)}s^{(1)}}{\delta^{(1)}} + \frac{m^{(2)}s^{(2)}}{\delta^{(2)}} + \frac{m^{(3)}s^{(3)}}{\delta^{(3)}} + 0{,}1884961 \cdot V s^{(4)}\right\}\Delta.$$

Die Werthe von $\delta^{(1)}, \delta^{(2)}, \delta^{(3)}$ können, mit hinreichender Annäherung,

$$7{,}755; \quad 7{,}6; \quad 8{,}4$$

angenommen werden. Der Raum, welchen der Platin-Cylinder ausfüllt, ist, seinen angegebenen Abmessungen zufolge, $= 2814{,}067$ Cubic-Linien; wegen der über ihn hervorstehenden Theile der Fadenklemme und des Ansatzes kommen noch $2{,}504$ und $2{,}567$ Cubic-Linien hinzu, und man erhält dadurch:

$$V = 2819{,}138.$$

Die Dichtigkeit der Luft ist, bei der auf die Temperatur des schmelzenden Eises reducirten, in Pariser Linien ausgedrückten Barometerhöhe b, und der auf der hunderttheiligen Scale beobachteten Temperatur l':

$$\Delta = \frac{1}{770{,}488} \cdot \frac{b}{0{,}76 \cdot 443{,}296} \cdot \frac{1}{1 + l' \cdot 0{,}00375}$$

$$= \frac{1}{259581} \cdot \frac{b}{1 + l' \cdot 0{,}00375}.$$

Setzt man

$$\frac{m's'}{ms} = \frac{\alpha b}{1 + l' \cdot 0{,}00375}; \quad \frac{m'}{m} = \frac{\alpha' b}{1 + l' \cdot 0{,}00375}$$

so findet man, aus den Angaben des gegenwärtigen und des dritten §.:

Pendel		Schweres		Leichtes	
		langes	kurzes	langes	kurzes
Log. α	Bestimmung I u. II	3,26437	3,26403	3,74135	3,74143
	III u. IV	3,26438	3,26403	3,74135	3,74141
	V u. VI	3,26438	3,26404	3,74134	3,74141
Log. α'	Bestimmung I u. II	3,28595	3,28544	3,73766	3,73776
	III u. IV	3,28598	3,28543	3,73767	3,73775
	V u. VI	3,28598	3,28543	3,73767	3,73775

Die aufser diesen Werthen von α und α', zur Reduction der Pendellängen auf den leeren Raum, noch nöthigen Werthe von l' und b sind bei jedem Versuche angegeben. Ich habe nicht die unmittelbare Ablesung des Barometers, sondern seinen auf die Temperatur des schmelzenden Eises reducirten Stand angeführt.

7.

Jede der sechs Bestimmungen der Pendellänge, welche ich in Berlin gemacht habe, besteht, wie ich schon im 2ten §. gesagt habe, aus 12 einzelnen Versuchen, von welchen 6 mit den schwereren und 6 mit den leichteren Pendeln gemacht sind. Zwischen zwei aufeinander folgenden Versuchen wurde der Fühlhebel immer um 180° gedrehet, so dafs er sich abwechselnd auf der rechten und auf der linken Seite befand. Die Versuche mit den schwereren Pendeln bezeichne ich durch a, b, c, d, e, f; die beiden ersten und die beiden letzten sind mit dem langen Pendel gemacht, die beiden mittleren mit dem kurzen. Die Versuche mit den leichteren Pendeln, welche ich durch a', b', c', d', e', f' bezeichne, haben dieselbe Anordnung. Das schwerere lange Pendel wurde so in Bewegung gesetzt, dafs es am Anfange jedes Versuches, eine Schwingungsweite von etwa 40 Linien hatte; diese verkleinerte sich, während der Dauer des Versuches von etwa zwei Stunden, in welcher Zeit das Pendel mehr als 4000 Schwingungen machte, auf etwas weniger als 20 Linien, bei welcher Ausdehnung der Bewegung die Beobachtungen seiner Coincidenzen noch die erforderliche Genauigkeit besafsen. Allein das leichtere lange Pendel, dessen Bewegung Anfangs dieselbe Ausdehnung hatte, kam schon nach 2000 Schwingungen auf eine so kleine Schwingungsweite, dafs es nicht rathsam gewesen sein würde, den Versuch

weiter fortzusetzen; um aber dennoch Resultate zu erhalten, deren Genauigkeit nicht beträchtlich kleiner ist, als die durch die Versuche mit dem schwereren langen Pendel erlangte, wurde jenes, nachdem es mehr als 2000 Schwingungen gemacht hatte, aufs Neue in Bewegung gesetzt und zum zweitenmale eben so lange beobachtet. — Bei den Beobachtungen des schwereren und leichteren kurzen Pendels war ein ähnlicher Unterschied unnöthig, indem ihre Genauigkeit von der Ausdehnung der Bewegung fast unabhängig, und selbst bei kleinen Schwingungsweiten äufserst grofs ist.

Die Beobachtungen, welche zu den sechs Bestimmungen der Pendellänge für Berlin geführt haben, sind am Ende dieser Abhandlung abgedruckt. Die Schwingungszeit des kürzeren Pendels ist durch vollständig, d. h. in ihrem Anfange und Ende beobachtete Coincidenzen, mit den Pendelschlägen der Uhr verglichen worden. Das längere Pendel, dessen Coincidenzen mit dem Uhrpendel in kürzeren Zwischenzeiten aufeinander folgen, ist auf die Art beobachtet, welche ich im 5ten Art. meiner ersten Abhandlung beschrieben habe, d. h. ich habe die Zeit der Uhr, welche jeder 500ten Schwingung dieses Pendels entsprach, durch Beobachtung aller, während einiger Minuten vor und nachher bemerkter Coincidenzen bestimmt und das Mittel aus den 6 bis 10, auf diese Art erhaltenen Momenten, auf runde, immer 500 von einander entfernte Zahlen von Schwingungen reducirt; die einzelnen, unmittelbar beobachteten Momente anzuführen, habe ich für unnöthig gehalten, mich also auf die Anführung der auf runde Zahlen reducirten Mittel beschränkt. Die unter den Überschriften l', l'' oder l''' angeführten Zahlen sind die, in Graden der hunderttheiligen Scale beobachteten Temperaturen der Luft im Gehäuse des Apparats am unteren und am oberen Ende des Pendels; e', e'', e''' sind die von den in das Eisen des Apparats eingelegten Thermometern gezeigten Temperaturen; μ ist die abgelesene Schwingungsweite, in Pariser Linien ausgedrückt. Die Länge des einfachen Secundenpendels, nach welcher die Länge des einfachen, der Schwingungszeit entsprechenden Pendels berechnet worden ist, ist $= 440{,}^{L}73 + \varepsilon$ gesetzt worden.

8.

Ich werde jetzt zusammenstellen, was die einzelnen Versuche ergeben haben, nämlich die aus ihnen gefolgerten Ausdrücke für die Constante ***F***.

Bestimmung I.

Versuch ...	a	$446{,}^{L}0937 + 2{,}9602\,\varepsilon - 0{,}0801\,k$	a'	$446{,}^{L}2732 + 2{,}9575\,\varepsilon - 0{,}2249\,k$
	b	$0923 + 2{,}9601\,\varepsilon - 0{,}0803\,k$	b'	$2838 + 2{,}9575\,\varepsilon - 0{,}2230\,k$
	c	$446{,}\ 0391 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}0275\,k'$	c'	$446{,}\ 0776 + 0{,}9991\,\varepsilon - 0{,}0751\,k'$
	d	$0419 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}0272\,k'$	d'	$0751 + 0{,}9991\,\varepsilon - 0{,}0767\,k'$
	e	$446{,}\ 0985 + 2{,}9601\,\varepsilon - 0{,}0803\,k$	e'	$446{,}\ 2933 + 2{,}9576\,\varepsilon - 0{,}2250\,k$
	f	$1085 + 2{,}9602\,\varepsilon - 0{,}0792\,k$	f'	$2826 + 2{,}9575\,\varepsilon - 0{,}2256\,k$
Mittel		$446{,}09825 + 2{,}9602\,\varepsilon - 0{,}07998\,k$		$446{,}28323 + 2{,}9575\,\varepsilon - 0{,}22463\,k$
		$446{,}0405 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}02735\,k'$		$446{,}07635 + 0{,}9991\,\varepsilon - 0{,}0759\,k'$

Bestimmung II.

Versuch ...	a	$446{,}^{L}1036 + 2{,}9600\,\varepsilon - 0{,}0794\,k$	a'	$446{,}^{L}2877 + 2{,}9572\,\varepsilon - 0{,}2298\,k$
	b	$0968 + 2{,}9600\,\varepsilon - 0{,}0795\,k$	b'	$2824 + 2{,}9573\,\varepsilon - 0{,}2285\,k$
	c	$446{,}\ 0422 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}0269\,k'$	c'	$446{,}\ 0751 + 0{,}9992\,\varepsilon - 0{,}0775\,k'$
	d	$0399 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}0270\,k'$	d'	$0757 + 0{,}9992\,\varepsilon - 0{,}0766\,k'$
	e	$446{,}\ 1083 + 2{,}9599\,\varepsilon - 0{,}0807\,k$	e'	$446{,}\ 2896 + 2{,}9574\,\varepsilon - 0{,}2262\,k$
	f	$1148 + 2{,}9600\,\varepsilon - 0{,}0808\,k$	f'	$2807 + 2{,}9574\,\varepsilon - 0{,}2256\,k$
Mittel		$446{,}10588 + 2{,}9600\,\varepsilon - 0{,}0801\,k$		$446{,}\ 2851 + 2{,}9573\,\varepsilon - 0{,}22753\,k$
		$446{,}04105 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}02695\,k'$		$446{,}\ 0754 + 0{,}9992\,\varepsilon - 0{,}07705\,k'$

Bestimmung III.

Versuch ...	a	$446{,}^{L}0746 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0800\,k$	a'	$446{,}^{L}2694 + 2{,}9580\,\varepsilon - 0{,}2245\,k$
	b	$0797 + 2{,}9607\,\varepsilon - 0{,}0796\,k$	b'	$2656 + 2{,}9580\,\varepsilon - 0{,}2262\,k$
	c	$446{,}\ 0109 + 1{,}0003\,\varepsilon - 0{,}0266\,k'$	c'	$446{,}\ 0582 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}0760\,k'$
	d	$0090 + 1{,}0003\,\varepsilon - 0{,}0267\,k'$	d'	$0587 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}0753\,k'$
	e	$446{,}\ 0683 + 2{,}9607\,\varepsilon - 0{,}0787\,k$	e'	$446{,}\ 2709 + 2{,}9580\,\varepsilon - 0{,}2231\,k$
	f	$0799 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0797\,k$	f'	$2610 + 2{,}9580\,\varepsilon - 0{,}2218\,k$
Mittel		$446{,}0756 + 2{,}9607\,\varepsilon - 0{,}0795\,k$		$446{,}26673 + 2{,}9580\,\varepsilon - 0{,}2239\,k$
		$446{,}00995 + 1{,}0003\,\varepsilon - 0{,}02665\,k'$		$446{,}05845 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}07565\,k'$

Bestimmung IV.

Versuch ...	a	$446{,}^{L}1161 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0795\,k$	a'	$446{,}^{L}2723 + 2{,}9579\,\varepsilon - 0{,}2235\,k$
	b	$0864 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0793\,k$	b'	$2721 + 2{,}9579\,\varepsilon - 0{,}2236\,k$
	c	$446{,}\ 0359 + 1{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0271\,k'$	c'	$446{,}\ 0535 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0758\,k'$
	d	$0329 + 1{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0269\,k'$	d'	$0629 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0769\,k'$
	e	$446{,}\ 0990 + 2{,}9605\,\varepsilon - 0{,}0800\,k$	e'	$446{,}\ 2746 + 2{,}9577\,\varepsilon - 0{,}2268\,k$
	f	$0990 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0797\,k$	f'	$2631 + 2{,}9578\,\varepsilon - 0{,}2256\,k$
Mittel		$446{,}10013 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}07963\,k$		$446{,}27053 + 2{,}9578\,\varepsilon - 0{,}22488\,k$
		$446{,}0344 + 1{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0270\,k'$		$446{,}0582 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}07635\,k'$

Bestimmung V.

Versuch ...	a	$446{,}^{L}1050 + 2{,}9605\,\varepsilon - 0{,}0792\,k$	a'	$446{,}^{L}2671 + 2{,}9577\,\varepsilon - 0{,}2277\,k$
	b	$1013 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0786\,k$	b'	$2809 + 2{,}9577\,\varepsilon - 0{,}2288\,k$
	c	$446{,}\ 0318 + 1{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0265\,k'$	c'	$446{,}\ 0631 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0766\,k'$
	d	$0350 + 1{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0268\,k'$	d'	$0667 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0769\,k'$
	e	$446{,}\ 1074 + 2{,}9604\,\varepsilon - 0{,}0801\,k$	e'	$446{,}\ 2765 + 2{,}9577\,\varepsilon - 0{,}2265\,k$
	f	$0947 + 2{,}9604\,\varepsilon - 0{,}0794\,k$	f'	$2868 + 2{,}9578\,\varepsilon - 0{,}2282\,k$
Mittel		$446{,}\ 1021 + 2{,}9605\,\varepsilon - 0{,}07933\,k$		$446{,}27783 + 2{,}9577\,\varepsilon - 0{,}2278\,k$
		$446{,}\ 0334 + 1{,}0002\,\varepsilon - 0{,}02665\,k'$		$446{,}0649 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}07675\,k'$

Bestimmung VI.

Versuch ...	a	$446{,}^{L}1082 + 2{,}9604\,\varepsilon - 0{,}0807\,k$	a'	$446{,}^{L}2708 + 2{,}9579\,\varepsilon - 0{,}2228\,k$
	b	$1053 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0791\,k$	b'	$2737 + 2{,}9579\,\varepsilon - 0{,}2225\,k$
	c	$446{,}\ 0406 + 1{,}0003\,\varepsilon - 0{,}0265\,k'$	c'	$446{,}\ 0749 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0766\,k'$
	d	$0300 + 1{,}0003\,\varepsilon - 0{,}0267\,k'$	d'	$0670 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0756\,k'$
	e	$446{,}\ 0992 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0789\,k$	e'	$446{,}\ 2607 + 2{,}9578\,\varepsilon - 0{,}2229\,k$
	f	$1098 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0794\,k$	f'	$2769 + 2{,}9578\,\varepsilon - 0{,}2252\,k$
Mittel		$446{,}10563 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}07953\,k$		$446{,}27053 + 2{,}9579\,\varepsilon - 0{,}22335\,k$
		$446{,}0353 + 1{,}0003\,\varepsilon - 0{,}0266\,k'$		$446{,}07095 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0761\,k'$

Die Unterschiede der durch die Versuche mit den schwereren Pendeln erlangten beiden Ausdrücke der Constante F ergeben die Gleichungen:

Bestimmung I ..... $0 = + 0{,}^{L}05775 + 1{,}9605\,\varepsilon - 0{,}07998\,k + 0{,}02735\,k'$
II .... $= + 0{,}\ 06485 + 1{,}9603\,\varepsilon - 0{,}08010\,k + 0{,}02695\,k'$
III .... $= + 0{,}\ 06565 + 1{,}9604\,\varepsilon - 0{,}07950\,k + 0{,}02665\,k'$
IV .... $= + 0{,}\ 06573 + 1{,}9604\,\varepsilon - 0{,}07963\,k + 0{,}02700\,k'$
V .... $= + 0{,}\ 06870 + 1{,}9603\,\varepsilon - 0{,}07933\,k + 0{,}02665\,k'$
VI .... $= + 0{,}\ 07033 + 1{,}9603\,\varepsilon - 0{,}07953\,k + 0{,}02660\,k'$.

Aus den Versuchen mit den leichteren Pendeln erhält man eben so die Gleichungen:

Bestimmung I ..... $0 = + 0{,}^{L}20688 + 1{,}9584\,\varepsilon - 0{,}22463\,k + 0{,}07590\,k'$
II .... $= + 0{,}\ 20970 + 1{,}9581\,\varepsilon - 0{,}22753\,k + 0{,}07705\,k'$
III .... $= + 0{,}\ 20828 + 1{,}9583\,\varepsilon - 0{,}22390\,k + 0{,}07565\,k'$
IV .... $= + 0{,}\ 21233 + 1{,}9582\,\varepsilon - 0{,}22488\,k + 0{,}07635\,k'$
V .... $= + 0{,}\ 21293 + 1{,}9581\,\varepsilon - 0{,}22780\,k + 0{,}07675\,k'$
VI .... $= + 0{,}\ 19958 + 1{,}9583\,\varepsilon - 0{,}22335\,k + 0{,}07610\,k'$.

Die Summen dieser Gleichungen, mit Ausschlufs der auf der ersten, für weniger sicher als die übrigen gehaltenen Bestimmung beruhenden, sind:

$$0 = +0{,}^L 33526 + 9{,}8017\,\varepsilon - 0{,}39809\,k + 0{,}13385\,k'$$
$$0 = +1{,}04282 + 9{,}7910\,\varepsilon - 1{,}12746\,k + 0{,}38190\,k'.$$

Ihre Auflösung ergiebt:

$$1{,}51535\,k - 0{,}51535\,k' = 1{,}46992$$
$$\varepsilon = +0{,}005422 - 0{,}000237\,(k-k').$$

Da der Einflufs des unbestimmt bleibenden $k-k'$ unbedeutend ist, so erhält man hieraus die Länge des einfachen Secundenpendels für den Beobachtungsort:

$$= 440{,}7354 \text{ Linien.}$$

9.

Wenn man die gefundenen Werthe der unbekannten Gröfsen, nämlich

$$\varepsilon = +0{,}005422 - 0{,}000237\,(k-k')$$
$$k = 1{,}46992 - 0{,}53535\,(k-k')$$

in die 12 Gleichungen des vorigen §. setzt, so wird ihnen bis auf

	Schweres Pendel	Leichtes Pendel
Bestimmung I	$-0{,}^L0089 - 0{,}0007\,(k-k')$	$-0{,}^L0011 + 0{,}0007\,(k-k')$
II......	$-0{,}0026 + 0{,}0000\,(k-k')$	$-0{,}0009 \quad 0{,}0000\,(k-k')$
III.....	$-0{,}0014 + 0{,}0001\,(k-k')$	$+0{,}0010 + 0{,}0003\,(k-k')$
IV.....	$-0{,}0010 + 0{,}0003\,(k-k')$	$+0{,}0046 - 0{,}0003\,(k-k')$
V......	$+0{,}0019 + 0{,}0000\,(k-k')$	$+0{,}0015 + 0{,}0006\,(k-k')$
VI.....	$+0{,}0031 + 0{,}0002\,(k-k')$	$-0{,}0063 - 0{,}0006\,(k-k')$

Genüge geleistet. Unter der Annahme des gefundenen Werthes von k würden also die einzelnen Gleichungen folgende Werthe der Länge des einfachen Secundenpendels ergeben haben:

Pendel	Schweres	Untersch.	Leichtes	Untersch.
Bestimmung I.......	$440{,}^L7397$	$+0{,}^L0043$	$440{,}^L7360$	$+0{,}^L0006$
II......	7367	+ 0, 0013	7359	+ 0, 0005
III.....	7361	+ 0, 0007	7349	— 0, 0005
IV.....	7359	+ 0, 0005	7332	— 0, 0022
V......	7345	— 0, 0009	7347	— 0, 0007
VI.....	7339	— 0, 0015	7385	+ 0, 0031

Aus dieser Vergleichung geht hervor, dafs die einzelnen der fünf zum Resultate gezogenen Bestimmungen so nahe untereinander übereinstimmen, als die Unsicherheit erwarten läfst, welche, trotz der häufigen Beobachtungen der Thermometer, in der Temperatur des Apparats ohne Zweifel übrig bleibt. Auch die erste, als weniger sicher zu betrachtende, Bestimmung weicht von dem Mittel der übrigen nicht so beträchtlich ab, dafs sie als gänzlich mifsrathen erschiene.

Die Einwirkung der Luft, welche angenommen werden mufs, um die Berliner Versuche mit den schwereren und mit den leichteren Pendeln in Übereinstimmung zu bringen, ist beträchtlich gröfser, als sie sich bei meinen früheren Versuchen gezeigt hat. Selbst bei der früheren Anwendung eines dem gegenwärtigen ähnlichen, aber im Verhältnisse 1 : 3,86 gröfseren Cylinders, habe ich für das längere Pendel $k = 0{,}9519$ und für das kürzere $k' = 0{,}75487$ gefunden, woraus der Werth von $1{,}51535\,k - 0{,}51535\,k'$, welchen ich gegenwärtig $= 1{,}4699$ bestimmt habe, $= 1{,}0534$ folgen würde. Da der Unterschied beider Werthe weit aufserhalb der Grenze der möglichen Unsicherheit der Versuche liegt, so ist an dem Vorhandensein einer beträchtlichen Verschiedenheit der Einwirkung der Luft auf die Bewegung der früher und jetzt angewandten Pendel nicht zu zweifeln. Alle Versuche, welche ich gemacht habe, sowohl mit schwingenden Kugeln, als mit schwingenden Cylindern, sind noch weit weniger vereinbar mit dem Werthe von k, welcher nach der von Hrn. Poisson, für den Fall einer schwingenden Kugel, entwickelten Theorie stattfindet. Denn wenn man den von diesem grofsen Geometer gefundenen Werth von k, nämlich $\frac{1}{2}$, in die sowohl aus meinen früheren, als gegenwärtigen Versuchen gezogenen Bedingungsgleichungen setzt, so sieht man einen Unterschied von mehr als einem Zehntel einer Linie hervorgehen in Versuchen, deren Genauigkeit hinreichend ist, über ein Paar Tausentel einer Linie keine Unsicherheit zu lassen. Die Beobachtungen der Bewegung desselben Platin-Cylinders, welcher später in Berlin angewandt wurde, die Hr. Etatsrath Schumacher in Güldenstein gemacht hat, geben die Gröfse, welche ich gegenwärtig $= 1{,}4699$ gefunden habe, $= 1{,}3614$. Hr. Francis Baily hat für Kugeln von 1,5 Zoll Durchmesser $k = 0{,}865$ und für Kugeln von 2 Zoll Durchmesser $k = 0{,}746$ gefunden. Alle diese Bestimmungen zeigen übereinstimmend, dafs ein Werth von k zu der Berechnung von Pendel-

versuchen angewandt werden mufs, welcher viel gröfser ist als $\frac{1}{2}$. Es mufs ein Umstand vorhanden sein, welcher das aus der Theorie gezogene Resultat von dem Einflusse der Luft verschieden macht, welcher sich bei den Pendelversuchen zeigt.

Die Theorie setzt voraus, dafs eine Kugel sich auf einem Kreisbogen frei bewege. Sie kann auf Pendel, welche aus einem Faden und dem daran befestigten schwingenden Körper zusammengesetzt sind, nur unter der Voraussetzung angewandt werden, dafs die Bewegungen der Luft, welche der Faden erzeugt, vergleichungsweise mit den von der Kugel hervorgebrachten, unmerklich seien. Die Rechtmäfsigkeit dieser Voraussetzung ist aber nichts weniger als offenbar; die Durchschnittsflächen des Fadens und des schwingenden Körpers, durch eine die Längenaxe des Pendels schneidende Ebene erzeugt, haben keinesweges ein so grofses Verhältnifs zu einander, dafs man die durch die erstere hervorgebrachte Bewegung der Luft, vergleichungsweise mit der durch die andere hervorgebrachten, als unmerklich betrachten könnte. Diese Durchschnittsfläche, in Quadratlinien ausgedrückt, ist für die Kugeln von Messing und Elfenbein, mit welchen die erste Reihe meiner Königsberger Versuche gemacht worden ist, = 458,6; für den Cylinder von Messing, welcher der zweiten Reihe zum Grunde liegt, = 557,5; für den Cylinder von Platin = 234,1. Für die Fäden beider Pendel, deren Durchmesser ich = $0^{l},0861$ gemessen habe, ist sie 111,2 und 36,8. Sieht man, um eine beiläufige Übersicht über die Art des Einflusses zu erlangen, welche die Fäden auf den Werth von k ausüben, die in Bewegung gesetzte Luftmasse als dem Pendel anhängend und ihm während seiner Bewegung folgend an, so findet man leicht, dafs der Faden dem, dem schwingenden Körper allein zukommenden, Werthe von k eine Vergröfserung hinzusetzet, welche im Verhältnisse der Länge des Fadens und im umgekehrten Verhältnisse des Volumens des schwingenden Körpers ist. Man mufs also, unter dieser Annahme, für ein längeres Pendel einen gröfseren Werth von k erhalten als für ein kürzeres; für einen kleineren schwingenden Körper einen gröfseren Werth als für einen, ihm ähnlichen gröfseren. Dieses ist übereinstimmend mit den von den Beobachtungen ergebenen Resultaten. Bis zu einer weiteren Entwickelung der Theorie und ihrer Ausdehnung auf ein aus dem Faden und dem schwingenden Körper bestehendes Pendel, bleibt es nothwendig, den zur Berechnung einer Reihe

von Pendelversuchen anzuwendenden Werth von k aus den Versuchen selbst zu bestimmen.

Zwischen den Bestimmungen von k in Güldenstein und in Berlin ist ein Unterschied von 0,1085, welcher den Pendeln selbst nur zugeschrieben werden kann, wenn ihre Fäden und sonstigen Theile als verschieden angegesehen werden, denn der schwingende Körper war in beiden Fällen derselbe. Die Schneide erfuhr in der That, vor ihrer Anwendung in Berlin, durch die Hinzufügung des im 3. §. erwähnten verschiebbaren Cylinders von 61,57 Gran Gewicht, eine Änderung, welche eine Vermehrung der in Bewegung gesetzten Luftmasse zur Folge haben mufste; dafs die Fäden merklich verschieden gewesen wären, glaube ich nicht (*). Den Einflufs der Änderung der Schneide halte ich für unbedeutend, da er sehr nahe am Aufhängungspunkte, wo die Bewegung sehr klein war, stattfand. Will man den gefundenen Unterschied von 0,1085 ganz den zufälligen Fehlern der Versuche zuschreiben, so darf man jedes der vier arithmetischen Mittel, welche aus den Beobachtungen der beiden schwereren und der beiden leichteren Pendel, sowohl in Güldenstein als in Berlin, gezogen sind, nur um etwa $\pm$ $0^{L},001$ ändern, um Übereinstimmung hervorzubringen. Obgleich an beiden Orten wissentlich nichts vernachlässigt worden ist, was die Genauigkeit der Resultate hätte beeinträchtigen können, so wird doch, aus der Zusammenstellung der einzelnen Bestimmungen am Anfange dieses Paragraphen, nicht dringend wahrscheinlich, dafs dieselbe innerhalb einer so engen Grenze wirklich erreicht worden wäre. Übrigens ist der Einflufs von k auf die Schwingungen des Platin-Cylinders nicht grofs genug um einer sehr genauen Bestimmung dieser Gröfse versichert sein zu können. Wäre der Zweck nicht die Fortschaffung des Einflusses der Luft auf die Länge des einfachen Secundenpendels, sondern die Bestimmung seiner Gröfse gewesen, so würde man die Versuche anders angeordnet haben.

(*) Nach der Absendung dieser Abhandlung hat Herr Etatsrath Schumacher mir die Gewichte der Fäden mitgetheilt, welche er in Güldenstein angewandt hat. Sie waren kaum halb so schwer, als die von mir in Berlin angewandten; also auch beträchtlich feiner und haben daher wahrscheinlich weniger Luft in Bewegung gesetzt. B.

10.

Der Punkt, an welchem die Versuche zur Bestimmung der Länge des einfachen Secundenpendels in Berlin gemacht worden sind, hat, nach der Mittheilung des Hrn. Prof. Encke, die Polhöhe 52° 30′ 16″. Der Fufsboden des für diese Versuche erbaueten Hauses ist 17,603 Toisen, die Pendelkugel 17,77 Toisen über der Meeresfläche. Diese Bestimmung ist das Resultat eines trigonometrischen Nivellements zwischen der Ausmündung der Oder in die Ostsee und Berlin, welches von Seiten des Königl. General-Stabes, durch Hrn. Major Baeyer, in demselben Sommer, in welchem ich die Pendelversuche gemacht habe, ausgeführt worden ist. Sie ist weit sicherer, als ähnliche Bestimmungen gewöhnlich sind, indem Hr. Major Baeyer den nachtheiligen Einflufs der irdischen Strahlenbrechung auf die Höhenunterschiede dadurch so vollkommen als möglich vermieden hat, dafs er jedes Paar seiner Stationen durch nicht nur gegenseitig, sondern auch gleichzeitig und überdies zu verschiedenen Zeiten wiederholt beobachtete Zenithdistanzen miteinander verbunden hat. Die beiden, von ihm und seinem Gehülfen gleichzeitig gebrauchten, Instrumente lassen gleichfalls nichts zu wünschen übrig und sind auch so angewandt worden, dafs etwanige beständige Fehler der von ihnen angegebenen Zenithdistanzen aus dem Resultate verschwinden mufsten.

Die von Laplace entwickelte Theorie der Schwere an der Oberfläche der Erde zeigt, wie die an dieser Oberfläche beobachtete Länge des einfachen Secundenpendels λ, mit der an der Oberfläche des Meeres stattfindenden λ' zusammenhängt. In einem Falle wie der in Berlin stattfindende, in welchem die Ausdehnung der sich über die Meeresfläche erhebenden Masse der Erde weit gröfser ist als ihre Höhe, welche ich, in Theilen des Erdhalbmessers ausgedrückt, durch h bezeichne, ist:

$$\lambda' = \lambda + \lambda h \left(1 - \frac{3\varrho}{2D}\right),$$

wo ϱ die Dichtigkeit des sich über die Meeresfläche erhebenden Theils der Erde und D die mittlere Dichtigkeit der Erde bedeuten. Um diese Formel hier anzuwenden, habe ich das Gewicht eines Preufs. Cubicfufses des feuchten Sandes, aus welchem der Boden von Berlin besteht, = 118 Pfund, oder

$\varrho = 1,8$ angenommen und D, nach der Bestimmung von Cavendish, $= 5,48$ gesetzt. Hieraus folgt, wenn man noch auf die Höhe des Platin-Cylinders über dem Fufsboden ($= 0,1667$ Toisen) Rücksicht nimmt,

$$\lambda' = 440,7354 + 0,0036,$$

oder die Länge des einfachen Secundenpendels an der Oberfläche des Meeres, lothrecht unter dem Beobachtungspunkte:

$$= 440,739 \text{ Linien.}$$



Versuch I. *a.* Mai 22. $10^h\ 33'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $335{,}^L88$. Gang der Uhr = + $12{,}''047$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur			Rechnung $1{,}''72501640$	Fehler
		μ	l'	l'''		
120	$9^h\ 35'\ 44{,}''0077$	$39{,}^L8$	$15{,}^026$	$16{,}^013$	$9^h\ 35'\ 44{,}''0015$	— $0{,}''0062$
620	50 6, 5107	35, 9			50 6, 5220	+ 0, 0113
1120	10 4 29, 0423	32, 2	15, 25	16, 00	10 4 29, 0402	— 0, 0021
1620	18 51, 5640	29, 4			18 51, 5564	— 0, 0076
2120	33 14, 0629	26, 6	15, 06	15, 89	33 14, 0709	+ 0, 0080
2620	47 36, 5871	24, 3			47 36, 5840	— 0, 0031
3120	11 1 59, 0978	22, 0	15, 04	15, 68	11 1 59, 0959	— 0, 0019
3620	16 21, 6049	20, 3			16 21, 6068	+ 0, 0019
4120	30 44, 1175	19, 0	14, 92	15, 66	30 44, 1171	— 0, 0004

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$59{,}^R653$	$15{,}^018$	$15{,}^062$	$15{,}^060$	$15{,}^026$	$16{,}^027$
Ende	59, 667	14, 98	15, 52	15, 60	14, 92	15, 66
Mittel	59, 660	15, 08	15, 57	15, 60	15, 09	15,965

Gemessene Länge .... F —	$5{,}^L3658$
Temperatur von $F = 15{,}^025$ .... +	0, 0842
Toise, Temperatur = 15, 59 .... +	863, 9925
Elasticität des Fadens .... +	0, 0041
Länge des Pendels .... = F +	858, 7150

Schwingungszeit = $1{,}''72501640$ der Uhr = $1{,}''7205462$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304{,}^L6839 + 2{,}9604\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-$ 0, 0762 $- 0{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0801\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2010
— auf F	— 858, 7150
Resultat des Versuchs .... F =	446, 0937 $+ 2{,}9602\,\varepsilon - 0{,}0801\,k$

Versuch I. *b*. Mai 22. 1h 10′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = 334,L75. Gang der Uhr = + 12,″184.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l‴	Rechnung 1,″72500026	Fehler
100	0h 12′ 3,″5100	41,L2	13,°43	14,°00	0h 12′ 3,″5090	— 0,″0010
600	26 26, 0148	37, 3			26 26, 0212	+ 0, 0064
1100	40 48, 5426	33, 8	13, 44	14, 00	40 48, 5317	— 0, 0109
1600	55 11, 0400	30, 7			55 11, 0405	+ 0, 0005
2100	1 9 33, 5426	27, 8	13, 54	14, 04	1 9 33, 5474	+ 0, 0048
2600	23 56, 0477	25, 3			23 56, 0534	+ 0, 0057
3100	38 18, 5601	23, 2	13, 59	14, 18	38 18, 5586	— 0, 0015
3600	52 41, 0696	21, 3			52 41, 0632	— 0, 0064
4100	2 7 3, 5647	19, 5	13, 61	14, 22	2 7 3, 5672	+ 0, 0025

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l‴
Anfang	59,R593	13,°48	13,°84	13,°93	13,°39	14,°00
Ende	59, 581	13, 62	13, 89	14, 03	13, 62	14, 22
Mittel	59, 587	13, 55	13,865	13, 98	13,505	14, 11

Gemessene Länge	*F* — 5,L3593
Temperatur von *F* = 13,°66	+ 0, 0754
Toise, Temperatur = 13, 93	+ 863, 9758
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= *F* + 858, 6960

Schwingungszeit 1,″72500026 der Uhr = 1,″7205329 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1304,L6637 + 2,9603 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0764 — 0,0002 ε — 0,0803 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2010
— auf *F*	— 858, 6960
Resultat des Versuchs *F* =	446, 0923 + 2,9601 ε — 0,0803 k

Versuch I. *c.* Mai 23. $0^h\ 50'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $337^L_,96$. Gang der Uhr = + $12''_,404$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1''_,00249814$	Fehler
0	$23^h\ 55'\ 57''_,5$	$12^L_,45$	$11^0_,75$	$12^0_,05$	$23^h\ 55'\ 57''_,5016$	+ $0''_,0016$
796	0 9 15,5	11,6			0 9 15,5003	+ 0,0003
1592	22 33,5	11,0	11,75	12,05	22 33,4978	— 0,0022
2391	35 54,5	10,4			35 54,5018	+ 0,0018
3187	49 12,5	9,8	11,75	12,05	49 12,4976	— 0,0024
3986	1 3 33,5	9,3			1 3 33,5000	0,0000
4784	15 53,5	8,85	11,81	12,05	15 53,4993	— 0,0007
5583	29 14,5	8,35			29 14,5005	+ 0,0005
6382	42 35,5	7,85	11,86	12,11	42 35,5011	+ 0,0011

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$61^R_,6285$	$11^0_,98$	$12^0_,11$	$12^0_,35$	$11^0_,75$	$11^0_,94$
Ende	61,6335	12,02	12,16	12,35	11,86	12,11
Mittel	61,631	12,00	12,135	12,35	11,805	12,025

Gemessene Länge .... $F - 5^L_,5431$

Temperatur von $F = 12^0_,05$ .... + 0,0665

Elasticität des Fadens .... + 0,0014

Länge des Pendels .... $= F - 5,4752$

Schwingungszeit $1''_,00249814$ der Uhr = $0''_,9999044$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L_,6457 + 0{,}9998\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}0261 - 0{,}0001\,\varepsilon - 0{,}0275\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$-\ 0{,}0557$
— auf F	$+\ 5{,}4752$
Resultat des Versuchs ..... $F =$	$446{,}0391 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}0275\,k'$

Versuch I. *d.* Mai 24. $10^h\ 40'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $336^L{,}97$. Gang der Uhr = + $12'',427$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1'',00251352$	Fehler
0	$9^h\ 46'\ 40'',5$	$12^L{,}15$	$13^0{,}68$	$14^0{,}22$	$9^h\ 46'\ 40'',5005$	+ 0'',0005
792	59 54,5	11,35			59 54,5005	+ 0,0005
1584	10 13 8,5	10,65	13,68	14,22	10 13 8,4994	— 0,0006
2377	26 23,5	10,25			26 23,5000	0,0000
3170	39 38,5	9,55	13,73	14,27	39 38,4999	— 0,0001
3963	52 53,5	9,1			52 53,4992	— 0,0008
4757	11 6 9,5	8,6	13,79	14,27	11 6 9,5003	+ 0,0003
5550	19 24,5	8,15			19 24,4986	— 0,0014
6345	32 41,5	7,65	13,90	14,33	32 41,5016	+ 0,0016

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$61^R{,}619$	$13^0{,}85$	$13^0{,}80$	$13^0{,}98$	$13^0{,}68$	$14^0{,}11$
Ende	61,615	13,80	13,89	13,98	13,96	14,33
Mittel	61,617	13,825	13,845	13,98	13,82	14,22

Gemessene Länge	$F - 5^L{,}5418$
Temperatur von $F = 13^0{,}83$	+ 0,0764
Elasticität des Fadens	+ 0,0014
Länge des Pendels	$= F - 5,4640$

Schwingungszeit $1'',00251352$ der Uhr = $0'',9999200$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L{,}6595 + 0{,}9998\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-0,0259 - 0{,}0001\,\varepsilon - 0{,}0272\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0,0557
— auf F	+ 5,4640
Resultat des Versuchs $F =$	$446,0419 + 0{,}9997\,\varepsilon - 0{,}0272\,k'$

Versuch I. *e.* Mai 25. 0^h 48′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = 335,^{L}12. Gang der Uhr = + 12,″377.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1,″72499826	Fehler
90	23^h 50′ 26,″2425	38,^{L}9	13,°56	14,°00	23^h 50′ 26,″2424	— 0,″0001
590	0 4 48, 7575	34, 3			0 4 48, 7510	— 0, 0065
1090	19 11, 2600	30, 8	13, 56	14, 00	19 11, 2574	— 0, 0026
1590	33 33, 7625	27, 8			33 33, 7622	— 0, 0003
2090	47 56, 2600	25, 2	13, 68	14, 12	47 56, 2661	+ 0, 0061
2590	1 2 18, 7575	22, 9			1 2 18, 7695	+ 0, 0120
3090	16 41, 2700	20, 6	13, 90	14, 38	16 41, 2726	+ 0, 0026
3590	31 3, 7775	18, 7			31 3, 7755	— 0, 0020
4090	45 26, 2875	17, 1	14, 05	14, 54	45 26, 2783	— 0, 0092

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	59,^{R}629	13,°29	13,°60	13,°65	13,°56	14,°00
Ende	59, 617	13, 89	14, 14	14, 12	14, 10	14, 55
Mittel	59, 623	13, 59	13, 87	13,885	13, 83	14,275

Gemessene Länge	F — 5,^{L}3625
Temperatur von F = 13,°69	+ 0, 0756
Toise, Temperatur = 13, 88	+ 863, 9753
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 6925

Schwingungszeit = 1,″72499826 der Uhr = 1,″7205347 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1304,^{L}6664 + 2,9603 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0764 — 0,0002 ε — 0,0803 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2010
— auf F	— 858, 6925
Resultat des Versuchs F =	446, 0985 + 2,9601 ε — 0,0803 k

Versuch I. *f*. Mai 25. 8^h 38′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $333^L,59$. Gang der Uhr = + 12″,411.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1″,72503284	Fehler
100	7^h 39′ 44″,5124	$39^L,6$	$16^0,22$	$17^0,11$	7^h 39′ 44″,5053	— 0″,0071
600	54 7,0334	35,3			54 7,0325	— 0,0009
1100	8 8 29,5542	31,9	16,40	17,34	8 8 29,5581	+ 0,0039
1600	22 52,0825	29,0			22 52,0823	— 0,0002
2100	37 14,6094	26,2	16,42	17,38	37 14,6052	— 0,0042
2600	51 37,1171	24,0			51 37,1271	+ 0,0100
3100	9 5 59,6336	22,0	16,42	17,39	9 5 59,6482	+ 0,0146
3600	20 22,1707	20,0			20 22,1688	— 0,0019
4100	34 44,7030	18,3	16,45	17,49	34 44,6888	— 0,0142

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$59^R,570$	$15^0,76$	$16^0,01$	$16^0,29$	$16^0,23$	$17^0,11$
Ende	59,558	16,16	16,50	16,88	16,45	17,55
Mittel	59,564	15,96	16,255	16,585	16,34	17,33

Gemessene Länge	F — $5^L,3572$
Temperatur von $F = 16^0,06$	+ 0,0887
Toise, Temperatur = 16,45	+ 864,0012
Elasticität des Fadens	+ 0,0041
Länge des Pendels	= F + 858,7368

Schwingungszeit 1″,72503284 der Uhr = 1″,7205698 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304^L,7197 + 2,9604\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	— 0,0754 — 0,0002 ε — 0,0792 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0,2010
— auf F	— 858,7368
Resultat des Versuchs F =	446,1085 + 2,9602 ε — 0,0792 k

Versuch I. *a'*. Mai 25. $0^h\ 56'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer $= 332{,}^L54$. Gang der Uhr $= +\ 12{,}''377$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72432221$	Fehler
100	$23^h\ 51'\ 16{,}''4217$	$37{,}^L7$	$13{,}^o99$	$14{,}^o63$	$23^h\ 51'\ 16{,}''4242$	$+\ 0{,}''0025$
600	0 5 38, 5890	27, 7			0 5 38, 5932	+ 0, 0042
1100	20 0, 7571	21, 0	14, 03	14, 70	20 0, 7586	+ 0, 0015
1600	34 22, 9218	16, 6			34 22, 9222	+ 0, 0004
2100	48 45, 0936	13, 1	14, 09	14, 84	48 45, 0851	— 0, 0085
100	1 2 32, 4243	37, 8	14, 13	14, 88	1 2 32, 4234	— 0, 0009
600	16 54, 5963	28, 8			16 54, 5935	— 0, 0028
1100	31 16, 7696	22, 0	14, 14	14, 88	31 16, 7601	— 0, 0095
1600	45 38, 9191	16, 7			45 38, 9246	+ 0, 0055
2100	2 0 1, 0801	13, 0	14, 20	14, 88	2 0 1, 0879	+ 0, 0078

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$69{,}^R839$	$14{,}^o13$	$14{,}^o43$	$14{,}^o61$	$13{,}^o96$	$14{,}^o61$
Ende	69, 826	14, 31	14, 53	14, 91	14, 30	14, 91
Mittel	69, 8325	14, 22	14, 48	14, 76	14, 13	14, 76

Gemessene Länge	$F -\ 6{,}^L2807$
Temperatur von $F = 14{,}^o31$	$+\ 0{,}0790$
Toise, Temperatur $= 14{,}65$	$+\ 863{,}9831$
Elasticität des Fadens	$+\ 0{,}0041$
Länge des Pendels	$= F + 857{,}7855$

Schwingungszeit $1{,}''72432221$ der Uhr $= 1{,}''7198603$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303{,}^L6439 + 2{,}9580\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}2269 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2249\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+\ 0{,}6417$
— auf F	$-\ 857{,}7855$
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}2732 + 2{,}9575\,\varepsilon - 0{,}2249\,k$

Versuch I. *b'*. Mai 26. 9^h 18' St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $331^L,31$. Gang der Uhr = + $12'',347$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur			Rechnung $1'',72433950$	Fehler
		μ	l'	l'''		
100	8^h 15' 42'',4326	$37^L,6$	$15^0,34$	$15^0,97$	8^h 15' 42'',4285	— 0'',0041
600	30 4,6037	28,3			30 4,6065	+ 0,0028
1100	44 26,7796	21,4	15,46	16,14	44 26,7810	+ 0,0014
1600	58 48,9582	16,7			58 48,9538	— 0,0044
2100	9 13 11,1213	13,0	15,52	16,23	9 13 11,1256	+ 0,0043
100	22 20,4263	37,9	15,56	16,25	22 20,4283	+ 0,0020
600	36 42,6090	28,6			36 42,6075	— 0,0015
1100	51 4,7801	21,6	15,60	16,27	51 4,7830	+ 0,0029
1600	10 5 26,9559	16,8			10 5 26,9564	+ 0,0005
2100	19 49,1326	13,0	15,66	16,27	19 49,1288	— 0,0038

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$69^R,838$	$15^0,23$	$15^0,52$	$15^0,65$	$15^0,32$	$15^0,94$
Ende	69,831	15,42	15,72	15,89	15,66	16,18
Mittel	69,8345	15,325	15,62	15,77	15,49	16,06

Gemessene Länge	F — $6^L,2809$
Temperatur von $F = 15^0,42$	+ 0,0852
Toise, Temperatur = 15,71	+ 863,9938
Elasticität des Fadens	+ 0,0041
Länge des Pendels	= F + 857,8022

Schwingungszeit $1'',72433950$ der Uhr = $1'',7198771$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303^L,6693 + 2,9580\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0,2250 - 0,0005\,\varepsilon - 0,2230\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0,6417
— auf F	— 857,8022
Resultat des Versuchs .... $F =$	$446,2838 + 2,9575\,\varepsilon - 0,2230\,k$

Versuch I. c'. Mai 26. $0^h\ 43'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $331^L,52$. Gang der Uhr = + $12'',292$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1'',00225618$	Fehler
0	$23^h\ 58'\ 14'',5$	$11^L,4$	$14^0,70$	$15^0,00$	$23^h\ 58'\ 14'',4993$	— $0'',0007$
884	0 13 0,5	9,4			0 13 0,5018	+ 0,0018
1767	27 45,5	7,7	14,70	15,00	27 45,4994	— 0,0006
2652	42 32,5	6,5			42 32,4998	— 0,0002
3537	57 19,5	5,5	14,70	15,00	57 19,4991	— 0,0009
4423	1 12 7,5	4,6			1 12 7,5000	0,0000
5309	26 55,5	3,9	14,84	15,13	26 55,5006	+ 0,0006

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$65^R,0695$	$14^0,55$	$14^0,63$	$14^0,95$	$14^0,58$	$14^0,94$
Ende	65,0745	14,79	14,93	15,00	14,81	15,22
Mittel	65,072	14,67	14,78	14,975	14,695	15,08

Gemessene Länge . . . . . F — $5^L,8526$
Temperatur von $F = 14^0,71$ . . . . . + 0,0812
Elasticität des Fadens . . . . . + 0,0014
Länge des Pendels . . . . . = F — 5,7700

Schwingungszeit $1'',00225618$ der Uhr = $0'',99966618$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L,4319 + 0,9993\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0,0758 - 0,0002\,\varepsilon - 0,0751\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$-\ 0,0485$
— auf F	$+\ 5,7700$
Resultat des Versuchs . . . . . F =	$446,0776 + 0,9991\,\varepsilon - 0,0751\,k'$

Versuch I. d'. Mai 27. $0^h\ 42'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $336^L,36$. Gang der Uhr = + $12'',206$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1'',00225884$	Fehler
0	$23^h\ 56'\ 43'',5$	$12^L,3$	$14^o,70$	$15^o,05$	$23^h\ 56'\ 43'',5000$	$0'',0000$
882	0 11 27, 5	10, 15			0 11 27, 5003	+ 0, 0003
1765	26 12, 5	8, 45	14, 81	15, 27	26 12, 5001	+ 0, 0001
2648	40 57, 5	7, 05			40 57, 4986	— 0, 0014
3533	55 44, 5	5, 9	14, 98	15, 52	55 44, 5012	+ 0, 0012
4416	1 10 29, 5	4, 9			1 10 29, 4989	— 0, 0011
5301	25 16, 5	4, 1	15, 15	15, 66	25 16, 5008	+ 0, 0008

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$65^R,0685$	$14^o,60$	$14^o,83$	$15^o,15$	$14^o,70$	$15^o,02$
Ende	65, 049	14, 88	15, 27	15, 30	15, 15	15, 66
Mittel	65, 049	14, 74	15, 05	15,225	14,925	15, 34

Gemessene Länge	F — $5^L,8510$
Temperatur von $F = 14^o,84$	+ 0, 0820
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 7676

Schwingungszeit $1'',00225884$ der Uhr = $0'',9996635$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L,4334 + 0,9993\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0774 — 0,0002 ε — 0,0767 k'
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0485
— auf F	+ 5, 7676
Resultat des Versuchs . . . F =	446, 0751 + 0,9991 ε — 0,0767 k'

Versuch I. e'. Mai 28. $9^h\ 47'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $335^L{,}20$. Gang der Uhr = + $12''{,}173$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1''{,}72435043$	Fehler
100	$8^h\ 42'\ 33''{,}4499$	$38^L{,}8$	$16^0{,}27$	$17^0{,}22$	$8^h\ 42'\ 33''{,}4423$	− $0''{,}0076$
600	56 55, 6225	29, 4			56 55, 6267	+ 0, 0042
1100	9 11 17, 8071	22, 4	16, 38	17, 25	9 11 17, 8073	+ 0, 0002
1600	25 39, 9832	17, 2			25 39, 9858	+ 0, 0026
2100	40 2, 1627	13, 4	16, 40	17, 32	40 2, 1632	+ 0, 0005
150	51 15, 6680	38, 8	16, 40	17, 33	51 15, 6682	+ 0, 0002
650	10 5 37, 8545	29, 2			10 5 37, 8531	− 0, 0014
1150	20 0, 0289	22, 3	16, 40	17, 33	20 0, 0340	+ 0, 0051
1650	34 22, 2044	17, 2			34 22, 2127	+ 0, 0083
2150	48 44, 4022	13, 2	16, 40	17, 33	48 44, 3901	− 0, 0121

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$69^R{,}988$	$15^0{,}96$	$16^0{,}40$	$16^0{,}49$	$16^0{,}23$	$17^0{,}22$
Ende	69, 991	16, 21	16, 60	16, 98	16, 39	17, 33
Mittel	69, 9895	16,085	16, 50	16,735	16, 31	17,275

Gemessene Länge	F − $6^L{,}2949$
Temperatur von $F = 16^0{,}22$	+ 0, 0896
Toise, Temperatur = $16^0{,}46$	864, 0031
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 857, 8019

Schwingungszeit $1''{,}72435043$ der Uhr = $1''{,}7198845$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303^L{,}6805 + 2{,}9581\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}2270 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2250\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+\ 0{,}6417$
— auf F	$-\ 857{,}8019$
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}2933 + 2{,}9576\,\varepsilon - 0{,}2250\,k$

Versuch I. *f*. Mai 28. 1h 18′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = 335,L44. Gang der Uhr = + 12,″117.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l‴	Rechnung 1,″72434172	Fehler
130	0h 14′ 26,″9320	40,L4	15,°44	16,°27	0h 14′ 36,″9384	+ 0,″0064
630	28 59, 1186	29, 9			28 59, 1182	— 0, 0004
1130	43 21, 2988	22, 5	15, 75	16, 51	43 21, 2942	— 0, 0046
1630	57 43, 4719	17, 8			57 43, 4685	— 0, 0034
2130	1 12 5, 6396	13, 9	15, 83	16, 56	1 12 5, 6416	+ 0, 0020
100	21 28, 4246	40, 8	15, 83	16, 59	21 28, 4214	— 0, 0032
600	35 50, 6059	30, 4			35 50, 6029	— 0, 0030
1100	50 12, 7789	23, 1	15, 91	16, 63	50 12, 7802	+ 0, 0013
1600	2 4 34, 9477	17, 9			2 4 30, 9553	+ 0, 0076
2100	18 57, 1323	13, 9	16, 12	16, 74	18 57, 1296	— 0, 0027

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l‴
Anfang	69,R937	15,°27	15,°67	15,°89	15,°37	16,°22
Ende	69, 935	15, 81	16, 01	16, 24	16, 16	16, 78
Mittel	69, 936	15, 54	15, 84	16,065	15,765	16, 50

Gemessene Länge	*F* — 6,L2900
Temperatur von *F* = 15,°64	+ 0, 0864
Toise, Temperatur = 15, 97	863, 9964
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= *F* + 857, 7969

Schwingungszeit 1,″72434172 der Uhr = 1,″7198745 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1303,L6654 + 2,9580 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 2276 — 0,0005 ε — 0,2256 *k*
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6417
— auf *F*	— 857, 7969
Resultat des Versuchs *F* =	446, 2826 + 2,9575 ε — 0,2256 *k*

Versuch II. *a.* Mai 29. 1ʰ 9′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = 333,ᴸ42. Gang der Uhr = + 12,″028.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur			Rechnung 1,″72496264	Fehler
		μ	l'	l'''		
100	0ʰ 10′ 11,″5094	41,ᴸ5	15,°81	16,°47	0ʰ 10′ 11,″5004	— 0,″0090
600	24 33, 9882	36, 9			24 33, 9946	+ 0, 0064
1100	38 56, 4817	32, 9	15, 70	16, 33	38 56, 4860	+ 0, 0043
1600	53 18, 9731	29, 9			53 18, 9753	+ 0, 0022
2100	1 7 41, 4652	27, 1	15, 66	16, 31	1 7 41, 4632	— 0, 0020
2600	22 3, 9477	24, 6			22 3, 9498	+ 0, 0021
3100	36 26, 4403	22, 5	15, 64	16, 24	36 26, 4354	— 0, 0049
3600	50 48, 9183	20, 6			50 48, 9200	+ 0, 0017
4100	2 5 11, 4046	19, 0	15, 49	16, 15	2 5 11, 4038	— 0, 0008

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	60,ᴿ798	16,°01	16,°40	16,°44	15,°83	16,°50
Ende	60, 792	15, 81	16, 01	16, 14	16, 49	16, 22
Mittel	60, 795	15, 91	16,205	16, 29	15, 66	16, 36

Gemessene Länge	F —	5,ᴸ4679
Temperatur von F = 16,°01	+	0, 0884
Toise, Temperatur = 16, 26		863, 9993
Elasticität des Fadens	+	0, 0041
Länge des Pendels	= F +	858, 6239

Schwingungszeit 1,″72496264 der Uhr = 1,″7204922 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1304,ᴸ6020 + 2,9602 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0755 — 0,0002 ε — 0,0794 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2010
— auf F	— 858, 6239
Resultat des Versuchs F =	446, 1036 + 2,9600 ε — 0,0794 k

Versuch II. *b*. Mai 30. $9^h\,54'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $333{,}^L14$. Gang der Uhr = + $11{,}''992$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72495752$	Fehler
100	$8^h\,55'\,27{,}''5084$	$41{,}^L8$	$14{,}^o92$	$15{,}^o61$	$8^h\,55'\,27{,}''5013$	$-0{,}''0071$
600	9 9 49, 9873	37, 6			9 9 49, 9932	+ 0, 0059
1100	24 12, 4783	33, 5	14, 91	15, 61	24 12, 4824	+ 0, 0041
1600	38 34, 9674	30, 5			38 34, 9697	+ 0, 0023
2100	52 57, 4542	27, 7	14, 86	15, 61	52 57, 4555	+ 0, 0013
2600	10 7 19, 9500	25, 4			10 7 19, 9400	− 0, 0100
3100	21 42, 4221	23, 2	14, 81	15, 59	21 42, 4236	+ 0, 0015
3600	36 4, 9052	21, 2			36 4, 9062	+ 0, 0010
4100	50 27, 3872	19, 3	14, 80	15, 55	50 27, 3882	+ 0, 0010

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$60{,}^R675$	$15{,}^o18$	$15{,}^o37$	$15{,}^o50$	$14{,}^o92$	$15{,}^o61$
Ende	60, 675	15, 13	15, 32	15, 40	14, 75	15, 55
Mittel	60, 675	15,155	15,345	15, 45	14,835	15, 58

Gemessene Länge	$F -\ 5{,}^L4571$
Temperatur von $F = 15{,}^o22$	+ 0, 0840
Toise, Temperatur = 15, 41	863, 9907
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 6217

Schwingungszeit $1{,}''72495752$ der Uhr = $1{,}''7204864$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304{,}^L5932 + 2{,}9602\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}0757 - 0{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0795\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2010
— auf F	− 858, 6217
Resultat des Versuchs . . . F =	$446{,}0968 + 2{,}9600\,\varepsilon - 0{,}0795\,k$

Versuch II. *c.* Mai 30. $0^h\ 57'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer $= 332^L,72$. Gang der Uhr $= + 11'',926$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1'',00251295$	Fehler
0	$0^h\ 2'\ 22'',5$	$13^L,15$	$13^0,56$	$14^0,00$	$0^h\ 2'\ 22'',4991$	$-0'',0009$
792	15 36, 5	12, 5			15 36, 5005	+ 0, 0005
1584	28 50, 5	11, 95	13, 62	13, 94	28 50, 5009	+ 0, 0009
2376	42 4, 5	11, 1			42 4, 5002	+ 0, 0002
3168	55 18, 5	10, 55	13, 64	14, 00	55 18, 4985	— 0, 0015
3962	1 8 34, 5	10, 0			1 8 34, 5011	+ 0, 0011
4755	21 49, 5	9, 45	13, 70	14, 00	21 49, 5004	+ 0, 0004
5548	35 4, 5	8, 9			35 4, 4992	— 0, 0008
6342	48 20, 5	8, 5	13, 85	14, 05	48 20, 5001	+ 0, 0001

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$61^R,6895$	$13^0,85$	$13^0,89$	$14^0,12$	$13^0,56$	$14^0,00$
Ende	61, 6825	13, 98	13, 99	14, 22	13, 85	14, 00
Mittel	61, 686	13,915	13, 94	14, 17	13,705	14, 00

Gemessene Länge	$F - 5^L,5480$
Temperatur von $F = 13^0,93$	+ 0, 0769
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	$= F - 5,4697$

Schwingungszeit $1'',00251295$ der Uhr $= 0'',9999136$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L,6538 + 0,9998\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-0,0256 - 0,0001\,\varepsilon - 0,0269\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$-0,0557$
— auf F	$+5,4697$
Resultat des Versuchs $F =$	$446,0422 + 0,9997\,\varepsilon - 0,0269\,k'$

Versuch II. *d.* Mai 31. $10^h\ 2'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $334^L,71$. Gang der Uhr = + $11'',893$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1'',00251909$	Fehler
0	$9^h\ 7'\ 54'',5$	$13^L,0$	$14^0,70$	$14^0,94$	$9^h\ 7'\ 54'',5006$	+ $0'',0006$
790	21 6, 5	12, 25			21 6, 5019	+ 0, 0019
1578	34 16, 5	11, 55	14, 70	15, 00	34 16, 4976	— 0, 0024
2369	47 29, 5	11, 05			47 29, 4994	— 0, 0006
3160	10 0 42, 5	10, 3	14, 70	15, 00	10 0 42, 5003	+ 0, 0003
3951	13 55, 5	9, 75			13 55, 5001	+ 0, 0001
4742	27 8, 5	9, 2	14, 70	15, 05	27 8, 4992	— 0, 0008
5534	40 22, 5	8, 8			40 22, 5003	+ 0, 0003
6326	53 36, 5	8, 2	14, 70	15, 05	53 36, 5008	+ 0, 0008

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$61^R,6395$	$14^0,41$	$14^0,53$	$14^0,61$	$14^0,58$	$14^0,88$
Ende	61, 6375	14, 51	14, 73	14, 76	14, 70	15, 05
Mittel	61, 6385	14, 46	14, 63	14,685	14, 64	14,965

Gemessene Länge	$F - 5^L,5438$
Temperatur von $F = 14^0,52$	+ 0, 0801
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	$= F - 5,4623$

Schwingungszeit $1'',00251909$ der Uhr = $0'',9999194$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L,6590 + 0,9998\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-0,0257 - 0,0001\,\varepsilon - 0,0270\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$-0,0557$
— auf F	$+5,4623$
Resultat des Versuchs $F =$	$446,0399 + 0,9997\,\varepsilon - 0,0270\,k'$

Versuch II. *c.* Mai 31. 1^h 53′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $336^L,45$. Gang der Uhr = + 11″,828.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1″,72494947	Fehler
120	0^h 54′ 3″,0097	$39^L,2$	$13^0,56$	$14^0,00$	0^h 54′ 3″,0152	+ 0″,0055
620	1 8 25,4975	35,6			1 8 25,5013	+ 0,0038
1120	22 47,9940	32,4	13,56	14,00	22 47,9854	— 0,0086
1620	37 10,4702	29,4			37 10,4680	— 0,0022
2120	51 32,9535	26,6	13,56	14,00	51 32,9491	— 0,0044
2620	2 5 55,4247	24,3			2 5 55,4291	+ 0,0044
3120	20 17,9095	22,3	13,56	14,00	20 17,9083	— 0,0012
3620	34 40,3876	20,5			34 40,3867	— 0,0009
4120	49 2,8609	18,7	13,56	14,00	49 2,8645	+ 0,0036

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$60^R,752$	$13^0,57$	$13^0,80$	$13^0,93$	$13^0,56$	$14^0,00$
Ende	60,742	13,66	13,84	14,07	13,56	14,00
Mittel	60,747	13,615	13,82	14,00	13,56	14,00

Gemessene Länge	F — $5^L,4636$
Temperatur von F = $13^0,69$	+ 0,0756
Toise, Temperatur = 13,93	863,9758
Elasticität des Fadens	+ 0,0041
Länge des Pendels	= F + 858,5919

Schwingungszeit = 1″,72494947 der Uhr = 1″,7204751 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304^L,5760$ + 2,9601 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0,0768 — 0,0002 ε — 0,0807 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0,2010
— auf F	— 858,5919
Resultat des Versuchs . . . F =	446,1083 + 2,9599 ε — 0,0807 k

Versuch II. *f.* Juni 1. 9^h 33′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $337^L,15$. Gang der Uhr = + $11'',797$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen				Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1'',72495226$			Fehler
120	8^h 34′		6″,9828	$40^L,3$	$13^0,56$	$13^0,89$	8^h 34′		6″,9865	+ 0″,0037
620		48	29,4751	36,1				48	29,4745	— 0,0006
1120	9	2	52,9598	32,7	13,61	13,93	9	2	52,9603	+ 0,0005
1620		17	14,4546	30,0				17	14,4446	— 0,0100
2120		31	36,9245	27,1	13,57	13,94		31	36,9274	+ 0,0029
2620		45	59,4095	24,7				45	59,4090	— 0,0005
3120	10	0	21,8875	22,6	13,56	13,94	10	0	21,8898	+ 0,0023
3620		14	44,3628	20,7				14	44,3699	+ 0,0071
4120		29	6,8546	18,9	13,56	13,94		29	6,8492	— 0,0054

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$60^R,774$	$13^0,66$	$13^0,75$	$13^0,93$	$13^0,56$	$13^0,89$
Ende	60,783	13,71	13,75	13,93	13,56	13,94
Mittel	60,7785	13,685	13,75	13,93	13,56	13,915

Gemessene Länge	F — $5^L,4664$
Temperatur von F = $13^0,71$	+ 0,0757
Toise, Temperatur = 13,86	+ 863,9751
Elasticität des Fadens	+ 0,0041
Länge des Pendels	= F + 858,5885

Schwingungszeit $1'',72495226$ der Uhr = $1'',7204772$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304^L,5792 + 2,9602\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-$ 0,0769 $-$ 0,0002 ε $-$ 0,0808 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0,2010
— auf F	— 858,5885
Resultat des Versuchs F =	$446,1148 + 2,9600\,\varepsilon - 0,0808\,k$

Versuch II. a'. Juni 1. $1^h\,32'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer $= 338,^L06$. Gang der Uhr $= +\,11,''731$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1,''72425958	Fehler
110	$0^h\,27'\,58,''6697$	$38,^L0$	$12,^o51$	$12,^o91$	$0^h\,27'\,58,''6635$	$-\,0,''0062$
610	42 20, 8029	28, 4			42 20, 8013	$-$ 0, 0016
1110	56 42, 9317	21, 7	12, 55	12, 95	56 42, 9354	$+$ 0, 0037
1610	1 11 4, 0630	16, 8			1 11 4, 0675	$+$ 0, 0045
2110	25 27, 1992	13, 0	12, 65	13, 06	25 27, 1987	$-$ 0, 0005
120	34 2, 9321	37, 9	12, 79	13, 14	34 2, 9346	$+$ 0, 0025
620	48 25, 0713	28, 4			48 25, 0737	$+$ 0, 0024
1120	2 2 47, 2099	21, 5	12, 93	13, 29	2 2 47, 2093	$-$ 0, 0006
1620	17 9, 3413	16, 8			17 9, 3430	$+$ 0, 0017
2120	31 31, 4815	13, 0	12, 99	13, 37	31 31, 4756	$-$ 0, 0059

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$71,^R067$	$12,^o83$	$12,^o77$	$12,^o97$	$12,^o43$	$12,^o91$
Ende	71, 022	13, 02	12, 96	13, 12	13, 00	13, 39
Mittel	71, 0445	12,925	12,865	13,045	12,715	13, 15

Gemessene Länge	$F\,-$	$6,^L3897$
Temperatur von $F = 12,^o90$	$+$	0, 0712
Toise, Temperatur $=$ 12, 97	$+$	863, 9661
Elasticität des Fadens	$+$	0, 0041
Länge des Pendels	$= F\,+$	857, 6517

Schwingungszeit 1,''72425958 der Uhr $=$ 1,''7197851 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303,^L5298 + 2,9577\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\;0,2319 - 0,0005\,\varepsilon - 0,2298\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+\;0,6415$
— auf F	$-\;857,6517$
Resultat des Versuchs $F =$	$446,2877 + 2,9572\,\varepsilon - 0,2298\,k$

Versuch II. *b'*. Juni 2. $10^h\ 7'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $338^L,43$. Gang der Uhr = + $11'',636$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen					Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1'',72427471$				Fehler
100	9^h	$3'$	$32''$,4413		$40^L,2$	$14^0,36$	$15^0,13$	9^h	$3'$	$32''$,4506		+ $0''$,0093
600		17	54,6039		30,0				17	54,5973		— 0,0066
1100		32	16,7432		22,9	14,61	15,22		32	16,7402		— 0,0030
1600		46	38,8847		17,6				46	38,8809		— 0,0038
2100	10	1	1,0165		13,9	14,70	15,26	10	1	1,0206		+ 0,0041
110		9	23,6908		40,0	14,70	15,31		9	23,6958		+ 0,0050
610		23	45,8478		29,6				23	45,8434		— 0,0044
1110		38	7,9914		22,5	14,71	15,44		38	7,9870		— 0,0044
1610		52	30,1338		17,3				52	30,1283		— 0,0055
2110	11	6	52,2592		13,6	14,77	15,46	11	6	52,2685		+ 0,0093

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$71^R,003$	$14^0,03$	$14^0,28$	$14^0,42$	$14^0,30$	$15^0,11$
Ende	71,015	14,41	14,63	14,71	14,81	15,47
Mittel	71,009	14,22	14,455	14,565	14,555	15,29

Gemessene Länge . . . . F —	$6^L,3865$
Temperatur von $F = 14^0,30$ . . . . +	0,0790
Toise, Temperatur = 14,52	863,9818
Elasticität des Fadens . . . . +	0,0041
Länge des Pendels	$= F +$ 857,6784

Schwingungszeit $1'',72427471$ der Uhr = $1'',7197983$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303^L,5499 + 2,9578\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0,2306 - 0,0005\,\varepsilon - 0,2285\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+\ 0,6415$
— auf F	$-\ 857,6784$
Resultat des Versuchs . . . . $F =$	$446,2824 + 2,9573\,\varepsilon - 0,2285\,k$

Versuch II. c'. Juni 2. $1^h\,8'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $338^L{,}65$. Gang der Uhr = + $11''{,}369$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur			Rechnung $1''{,}00225562$	Fehler
		μ	l'	l''		
0	$0^h\,20'\,51''{,}5$	$13^L{,}3$	$13^0{,}62$	$14^0{,}06$	$0^h\,20'\,51''{,}4993$	— $0''{,}0007$
882	35 35, 5	10, 95			35 35, 4992	— 0, 0008
1766	50 21, 5	9, 05	13, 79	14, 22	50 21, 5004	+ 0, 0004
2651	1 5 8, 5	7, 55			1 5 8, 5017	+ 0, 0017
3536	19 55, 5	6, 3	13, 91	14, 33	19 55, 5016	+ 0, 0016
4420	34 41, 5	5, 3			34 41, 4985	— 0, 0015
5306	49 29, 5	4, 5	14, 02	14, 44	49 29, 4994	— 0, 0006

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$65^R{,}1415$	$13^0{,}75$	$13^0{,}99$	$14^0{,}17$	$13^0{,}56$	$14^0{,}00$
Ende	65, 1245	14, 03	14, 14	14, 32	14, 19	14, 61
Mittel	65, 133	13, 89	14,065	14,245	13,875	14,305

Gemessene Länge	F — $5^L{,}8581$
Temperatur von $F = 13^0{,}95$	+ 0, 0770
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 7797

Schwingungszeit $1''{,}00225562$ der Uhr = $0''{,}9996506$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L{,}4221 + 0{,}9993\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\,0{,}0782 - 0{,}0001\,\varepsilon - 0{,}0775\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0485
— auf F	+ 5, 7797
Resultat des Versuchs .... F =	$446{,}0751 + 0{,}9992\,\varepsilon - 0{,}0775\,k'$

Versuch II. d'. Juni 3. 9^h 18′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $337{,}^L64$. Gang der Uhr = + $11{,}''481$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1{,}''00226600$	Fehler
0	8^h 31′ $28{,}''5$	$13{,}^L3$	$15{,}^0 83$	$16{,}^0 44$	8^h 31′ $28{,}''4984$	— $0{,}''0016$
879	46 9, 5	11, 1			46 9, 5010	+ 0, 0010
1758	9 0 50, 5	9, 15	15, 94	16, 55	9 0 50, 5000	0, 0000
2639	15 33, 5	7, 8			15 33, 5017	+ 0, 0017
3519	30 15, 5	6, 2	16, 23	16, 78	30 15, 4999	— 0, 0001
4400	44 58, 5	5, 4			44 58, 4997	— 0, 0003
5281	59 41, 5	4, 45	16, 39	17, 00	59 41, 4993	— 0, 0007

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$65{,}^R124$	$15{,}^0 23$	$15{,}^0 52$	$15{,}^0 99$	$15{,}^0 83$	$16{,}^0 27$
Ende	65, 205	15, 91	16, 21	16, 78	16, 39	17, 05
Mittel	65, 122	15, 57	15,865	16,385	16, 11	16, 66

Gemessene Länge	$F - 5{,}^L8571$
Temperatur von $F = 15{,}^0 67$	+ 0, 0865
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	$= F - 5{,}7692$

Schwingungszeit $1{,}''00226600$ der Uhr $= 0{,}''9996622$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440{,}^L4323 + 0{,}9993\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-0{,}0773 - 0{,}0001\,\varepsilon - 0{,}0766\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$-0{,}0485$
— auf F	$+5{,}7692$
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}0757 + 0{,}9992\,\varepsilon - 0{,}0766\,k'$

Versuch II. *e'*. Juni 3. $1^h\ 28'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $337,^L 26$. Gang der Uhr = + $11,'' 823$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1,'' 72429836$	Fehler
130	$0^h\ 22'\ 23,'' 1566$	$40,^L 0$	$16,^0 21$	$17,^0 03$	$0^h\ 22'\ 23,'' 1574$	+ $0,'' 0008$
630	36 45, 3155	29, 7			36 45, 3151	— 0, 0004
1130	51 7, 4724	22, 4	16, 40	17, 19	51 7, 4688	— 0, 0036
1630	1 5 29, 6166	16, 7			1 5 29, 6205	+ 0, 0039
2130	19 51, 7716	13, 2	16, 45	17, 28	19 51, 7710	— 0, 0006
150	30 56, 6369	39, 1	16, 49	17, 32	30 56, 6368	— 0, 0001
650	45 18, 7961	29, 6			45 18, 7956	— 0, 0005
1150	59 40, 9461	22, 3	16, 68	17, 55	59 40, 9507	+ 0, 0046
1650	2 14 3, 1100	17, 2			2 14 3, 1040	— 0, 0060
2150	28 25, 2544	13, 4	16, 83	17, 70	28 25, 2564	+ 0, 0020

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$71,^R 018$	$16,^0 16$	$16,^0 50$	$16,^0 88$	$16,^0 16$	$17,^0 00$
Ende	70, 971	16, 46	16, 79	17, 08	16, 90	17, 78
Mittel	70, 9945	16, 31	16,645	16, 98	16, 53	17, 39

Gemessene Länge	F —	$6,^L 3852$
Temperatur von $F = 16,^0 44$	+	0, 0908
Toise, Temperatur = $16,^0 84$		864, 0051
Elasticität des Fadens	+	0, 0041
Länge des Pendels	= F +	857, 7148

Schwingungszeit $1,'' 72429836$ der Uhr = $1,'' 7198255$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303,^L 5911 + 2{,}9579\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}2282 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2262\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6415
— auf F	— 857, 7148
Resultat des Versuchs F =	$446{,}2896 + 2{,}9574\,\varepsilon - 0{,}2262\,k$

Versuch II. *f*. Juni 4. 1ʰ 31′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = 337,ᴸ47. Gang der Uhr = + 11,″996.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1,″72430038	Fehler
110	0ʰ 25′ 40,″6852	40,ᴸ5	17,°09	18,°25	0ʰ 25′ 46,″6845	− 0,″0007
610	40 2, 8415	30, 4			40 2, 8437	+ 0, 0022
1110	54 24, 9967	23, 1	17, 38	18, 36	54 24, 9990	+ 0, 0023
1610	1 8 47, 1595	17, 6			1 8 47, 1522	− 0, 0073
2110	23 9, 3005	13, 7	17, 45	18, 43	23 9, 3041	+ 0, 0036
120	32 52, 9195	40, 4	17, 49	18, 47	32 52, 9215	+ 0, 0020
620	47 15, 0865	30, 3			47 15, 0821	− 0, 0044
1120	2 1 37, 2373	22, 7	17, 60	18, 67	2 1 37, 2387	+ 0, 0014
1620	15 59, 3914	17, 5			15 59, 3931	+ 0, 0017
2120	30 21, 5472	13, 7	17, 77	18, 77	20 21, 5466	− 0, 0006

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	71,ᴿ033	17,°35	17,°78	18,°18	17,°01	18,°22
Ende	70, 980	17, 55	17, 93	18, 33	17, 80	18, 83
Mittel	71, 0065	17, 45	17,855	18,255	17,405	18,525

Gemessene Länge	*F* − 6,ᴸ3863
Temperatur von *F* = 17,°59	+ 0, 0971
Toise, Temperatur = 18, 09	864, 0177
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= *F* + 857, 7326

Schwingungszeit 1,″72430038 der Uhr = 1,″7198310 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1303,ᴸ5994 + 2,9579 ε
Reduction auf den leeren Raum	− 0, 2276 − 0,0005 ε − 0,2256 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6415
— auf *F*	− 857, 7326
Resultat des Versuchs *F* =	446, 2807 + 2,9574 ε − 0,2256 k

Versuch III. *a.* Juni 5. 2h 3′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = 339,L30. Gang der Uhr = + 12,″044.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1,″72513960	Fehler
140	1h 2′ 55,″5322	42,L7	18,°05	19,°04	1h 2′ 55,″5361	+ 0,″0039
640	17 18, 1187	38, 1			17 18, 1180	— 0, 0007
1140	31 40, 7024	34, 6	18, 12	19, 18	31 30, 6975	— 0, 0049
1640	46 3, 2735	31, 4			46 3, 2753	+ 0, 0018
2140	2 0 25, 8552	28, 3	18, 25	19, 27	2 0 25, 8519	— 0, 0033
2640	14 48, 4274	25, 9			14 48, 4275	+ 0, 0001
3140	29 10, 9979	23, 6	18, 43	19, 45	29 11, 0025	+ 0, 0046
3640	43 33, 5797	21, 6			43 33, 5771	— 0, 0026
4140	57 56, 1503	19, 9	18, 60	19, 62	57 56, 1515	+ 0, 0012

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	57,R899	18,°00	18,°58	18,°98	18,°03	19,°00
Ende	57, 844	18, 34	18, 83	19, 13	18, 65	19, 67
Mittel	57, 8715	18, 17	18,705	19,055	18, 34	19,335

Gemessene Länge . . . . F — 5,L2050

Temperatur von F = 18,°35 . . . . + 0, 1013

Toise, Temperatur = 18, 90 . . . . 864, 0259

Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0041

Länge des Pendels . . . . = F + 858, 9263

Schwingungszeit 1,″72513960 der Uhr = 1,″7206691 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1304,L8703 + 2,9608 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0761 — 0,0002 ε — 0,0800 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2067
— auf F	— 858, 9263
Resultat des Versuchs . . . . F =	446, 0746 + 2,9606 ε — 0,0800 k

Versuch III. *b.* Juni 7. $1^h\ 49'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $339^L,64$. Gang der Uhr = + $12'',133$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1'',72516254$	Fehler
140	$0^h\ 47'\ 54'',5303$	$42^L,5$	$19^\circ,80$	$21^\circ,01$	$0^h\ 47'\ 54'',5333$	+ $0'',0030$
640	1 2 17, 1227	37, 9			1 2 17, 1261	+ 0, 0034
1140	16 39, 7205	34, 0	19, 94	21, 10	16 39, 7165	— 0, 0040
1640	31 2, 3083	31, 1			31 2, 3054	— 0, 0029
2140	45 24, 8949	28, 1	20, 17	21, 26	45 24, 8931	— 0, 0018
2640	59 47, 4776	25, 5			59 47, 4801	+ 0, 0025
3140	2 14 10, 0713	23, 5	20, 42	21, 41	2 14 10, 0666	— 0, 0047
3640	28 32, 6513	21, 5			28 32, 6528	+ 0, 0015
4140	42 55, 2357	19, 4	20, 62	21, 63	42 55, 2387	+ 0, 0030

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$57^R,871$	$19^\circ,88$	$20^\circ,52$	$20^\circ,88$	$19^\circ,78$	$21^\circ,00$
Ende	57, 813	20, 23	20, 72	21, 08	20, 62	21, 78
Mittel	57, 842	20,055	20, 62	20, 98	20, 20	21, 39

Gemessene Länge	F — $5^L,2023$
Temperatur von $F = 20^\circ,25$	+ 0, 1118
Toise, Temperatur = 20, 82	864, 0453
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 9589

Schwingungszeit $1'',72516254$ der Uhr = $1'',7206937$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304^L,9076 + 2,9609\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0,0757 - 0,0002\,\varepsilon - 0,0796\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2067
— auf F	— 858, 9589
Resultat des Versuchs F =	$446,0797 + 2,9607\,\varepsilon - 0,0796\,k$

Versuch III. *c.* Juni 8. $10^h\,36'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $338^L{,}63$. Gang der Uhr = + $12''{,}208$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1''{,}00278932$	Fehler
0	$9^h\,44'\,22''{,}5$	$12^L{,}05$	$22^0{,}41$	$23^0{,}17$	$9^h\,44'\,22''{,}4985$	— $0''{,}0015$
715	56 19, 5	11, 7			56 19, 5014	+ 0, 0014
1429	10 8 15, 5	11, 05	22, 46	23, 22	10 8 15, 5009	+ 0, 0009
2143	20 11, 5	10, 5			20 11, 4997	— 0, 0003
2858	32 8, 5	9, 95	22, 52	23, 34	32 8, 5007	+ 0, 0007
3572	44 4, 5	9, 45			44 4, 4985	— 0, 0015
4287	56 1, 5	9, 05	22, 58	23, 42	56 1, 4986	— 0, 0014
5003	11 7 59, 5	8, 6			11 7 59, 5012	+ 0, 0012
5718	19 56, 5	8, 05	22, 63	23, 45	19 56, 5004	+ 0, 0004

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$59^R{,}1025$	$21^0{,}87$	$22^0{,}45$	$22^0{,}96$	$22^0{,}41$	$23^0{,}06$
Ende	59, 101	22, 21	22, 89	23, 26	22, 63	23, 45
Mittel	59, 102	22, 04	22, 67	23, 11	22, 52	23,255

Gemessene Länge	$F - 5^L{,}3156$
Temperatur von $F = 22^0{,}25$	+ 0, 1229
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	$= F -$ 5, 1913

Schwingungszeit = $1''{,}00278932$ der Uhr = $1''{,}0001926$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L{,}8998 + 1{,}0004\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\,0{,}0253 - 0{,}0001\,\varepsilon - 0{,}0266\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0549
— auf F	+ 5, 1913
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}0109 + 1{,}0003\,\varepsilon - 0{,}0266\,k'$

Versuch III. *d.* Juni 8. 1h 43′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = 339,L00. Gang der Uhr = + 12,″330.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l″	Rechnung 1,″00278219	Fehler
0	0h 52′ 15,″5	12,L55	20,°95	21,°62	0h 52′ 15,″5014	+ 0,″0014
715	1 4 12, 5	12, 0			1 4 12, 4997	— 0, 0003
1431	16 10, 5	11, 3	21, 01	21, 73	16 10, 5000	0, 0000
2147	28 8, 5	10, 75			28 8, 4995	— 0, 0005
2863	40 6, 5	10, 1	21, 12	21, 78	40 6, 4984	— 0, 0016
3580	52 5, 5	9, 65			52 5, 4995	— 0, 0005
4297	2 4 4, 5	9, 25	21, 18	21, 84	2 4 4, 5002	+ 0, 0002
5014	16 3, 5	8, 8			16 3, 5006	+ 0, 0006
5731	28 2, 5	8, 35	21, 29	22, 00	28 2, 5007	+ 0, 0007

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l″
Anfang	59,R080	20,°91	21,°46	21,°93	20,°84	21,°56
Ende	59, 068	21, 20	21, 66	22, 03	21, 35	22, 00
Mittel	59, 074	21,055	21, 56	21, 98	21,095	21, 78

Gemessene Länge	F — 5,L3131
Temperatur von F = 21,°22	+ 0, 1172
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 1945

Schwingungszeit = 1,″00278219 der Uhr = 1,″0001869 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	440,L8948 + 1,0004 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0254 — 0,0001 ε — 0,0267 k′
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0549
— auf F	+ 5, 1945
Resultat des Versuchs F =	446, 0090 + 1,0003 ε — 0,0267 k′

Versuch III. *e.* Juni 9. $10^h\ 44'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $338,^L63$. Gang der Uhr = + $12,''576$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1,''72515492$	Fehler
120	$9^h\ 42'\ 26,''0190$	$43,^L1$	$22,^062$	$23,^035$	$9^h\ 42'\ 26,''0134$	— $0,''0056$
620	56 48, 5982	38, 8			56 48, 6044	+ 0, 0062
1120	10 11 11, 1975	35, 0	22, 73	23, 38	10 11 11, 1929	— 0, 0046
1620	25 33, 7748	31, 6			25 33, 7795	+ 0, 0047
2120	39 56, 3604	28, 6	22, 69	23, 35	39 56, 3643	+ 0, 0039
2620	54 18, 9478	26, 1			54 18, 9479	+ 0, 0001
3120	11 8 41, 5340	23, 9	22, 71	23, 39	11 8 41, 5305	— 0, 0035
3620	23 4, 1155	21, 7			23 4, 1123	— 0, 0032
4120	37 26, 6914	20, 0	22, 75	23, 41	37 26, 6935	+ 0, 0021

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$58,^n069$	$22,^036$	$22,^074$	$23,^006$	$22,^058$	$23,^034$
Ende	58, 077	22, 55	22, 94	23, 16	22, 75	23, 45
Mittel	58, 073	22,455	22, 84	23, 11	22,665	23,395

Gemessene Länge	*F* —	$5,^L2231$
Temperatur von *F* = $22,^059$	+	0, 1247
Toise, Temperatur = 23, 00		864, 0672
Elasticität des Fadens	+	0, 0041
Länge des Pendels	= *F* +	858, 9729

Schwingungszeit = $1,''72515492$ der Uhr = $1,''7206949$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304,^L9094 + 2,9609\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0,0749 - 0,0002\,\varepsilon - 0,0787\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2067
— auf *F*	— 858, 9729
Resultat des Versuchs *F* =	$446,0683 + 2,9607\,\varepsilon - 0,0787\,k$

Versuch III. *f.* Juni 9. $1^h\,41'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $340,^L41$. Gang der Uhr = + $12,''990$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1,''725131SS$	Fehler
100	$0^h\ 39'\ 48,''5095$	$41,^L8$	$20,^013$	$21,^019$	$0^h\ 39'\ 48,''5067$	— $0,''0028$
600	54 11, 0811	38, 4			54 11, 0853	+ 0, 0042
1100	1 8 33, 6637	34, 0	20, 18	21, 23	1 8 33, 6615	— 0, 0022
1600	22 56, 2307	30, 9			22 56, 2358	+ 0, 0051
2100	37 18, 8107	28, 1	20, 24	21, 24	37 18, 8086	— 0, 0021
2600	51 41, 3848	25, 7			51 41, 3803	— 0, 0045
3100	2 6 3, 9503	23, 5	20, 30	21, 30	2 6 3, 9513	+ 0, 0010
3600	20 26, 5199	21, 5			20 26, 5215	+ 0, 0016
4100	34 49, 0912	19, 6	20, 36	21, 36	34 49, 0912	0, 0000

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$58,^n138$	$20,^032$	$20,^077$	$21,^018$	$20,^011$	$21,^017$
Ende	58, 096	20, 52	20, 87	21, 18	20, 39	21, 45
Mittel	58, 117	20, 42	20, 82	21, 18	20, 25	21, 31

Gemessene Länge . . . . F — $5,^L2270$
Temperatur von $F = 20,^056$ . . . . + 0, 1135
Toise, Temperatur = 21, 03 . . . . 864, 0474
Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0041

Länge des Pendels . . . . = F + 858, 9380

Schwingungszeit = $1,''725131SS$ der Uhr = $1,''7206802$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304,^L8871 + 2{,}9608\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}0759 - 0{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0797\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2067
— auf F	— 858, 9380
Resultat des Versuchs . . . . F =	$446{,}0799 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0797\,k$

Versuch III. *a'*. Juni 10. 7^h 21' St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $340{,}^L37$. Gang der Uhr = + $12{,}''930$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72446764$	Fehler
100	6^h 15' 30,'' 4539	$40{,}^L2$	$21{,}^0 13$	$21{,}^0 96$	6^h 15' 30,'' 4598	+ 0,'' 0059
600	29 52, 7040	29, 9			29 52, 7030	— 0, 0010
1100	44 14, 9379	22, 7	21, 35	22, 15	44 14, 9424	+ 0, 0045
1600	58 37, 1866	17, 5			58 37, 1797	— 0, 0069
2100	7 12 59, 4185	13, 6	21, 39	22, 25	7 12 59, 4160	— 0, 0025
100	20 56, 4005	40, 4	21, 42	22, 26	20 56, 3885	— 0, 0120
600	35 18, 6313	30, 2			35 18, 6330	+ 0, 0017
1100	49 40, 8735	22, 7	21, 46	22, 33	49 40, 8733	— 0, 0002
1600	8 4 3, 1007	17, 6			8 4 3, 1114	+ 0, 0107
2100	18 25, 3484	13, 6	21, 55	22, 37	18 25, 3482	— 0, 0002

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68{,}^R 195$	$20{,}^0 96$	$21{,}^0 41$	$21{,}^0 78$	$21{,}^0 07$	$21{,}^0 89$
Ende	68, 194	21, 29	21, 71	22, 08	21, 57	22, 39
Mittel	68, 1945	21,125	21, 56	21, 93	21, 32	22, 14

Gemessene Länge	F —	$6{,}^L 1334$
Temperatur von $F = 21{,}^0 27$	+	0, 1175
Toise, Temperatur = 21, 77		864, 0549
Elasticität des Fadens	+	0, 0041
Länge des Pendels	= F +	858, 0431

Schwingungszeit = $1{,}''72446764$ der Uhr = $1{,}''7200164$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303{,}^L 8805 + 2{,}9585\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}2265 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2245\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6585
— auf F	— 858, 0431
Resultat des Versuchs .... F =	$446{,}2694 + 2{,}9580\,\varepsilon - 0{,}2245\,k$

Versuch III. b'. Juni 10. 1^h 48′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $341{,}^L39$. Gang der Uhr = + $12{,}''678$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72446293$	Fehler
80	0^h 41′ $22{,}''9516$	$38{,}^L9$	$19{,}^o81$	$20{,}^o99$	0^h 41′ $21{,}''9531$	+ $0{,}''0015$
580	55 45, 1937	29, 1			55 45, 1930	— 0, 0007
1080	1 10 7, 4284	21, 9	19, 93	21, 06	1 10 7, 4291	+ 0, 0007
1580	24 29, 6583	17, 0			24 29, 6631	+ 0, 0048
2080	38 51, 9025	13, 4	20, 08	21, 08	38 51, 8962	— 0, 0063
100	48 56, 4261	38, 8	20, 11	21, 12	48 56, 4200	— 0, 0061
600	2 3 18, 6553	28, 6			2 3 18, 6607	+ 0, 0054
1100	17 40, 8956	21, 9	20, 20	21, 21	17 40, 8976	+ 0, 0020
1600	32 3, 1387	16, 9			32 3, 1327	— 0, 0060
2100	46 25, 3622	13, 2	20, 36	21, 36	46 25, 3669	+ 0, 0047

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68{,}^R206$	$19{,}^o93$	$20{,}^o67$	$20{,}^o98$	$19{,}^o78$	$20{,}^o96$
Ende	68, 143	20, 22	20, 77	21, 08	20, 39	21, 39
Mittel	68, 1745	20,075	20, 72	21, 03	20,085	21,175

Gemessene Länge	F — $6{,}^L1316$
Temperatur von $F = 20{,}^o29$	+ 0, 1120
Toise, Temperatur = 20, 90	864, 0461
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 0306

Schwingungszeit = $1{,}''72446293$ der Uhr = $1{,}''7200068$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303{,}^L8659 + 2{,}9585\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}2282 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2262\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6585
— auf F	— 858, 0306
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}2656 + 2{,}9580\,\varepsilon - 0{,}2262\,k$

Versuch III. c'. Juni 11. $1^h\ 24'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $340^L_,11$. Gang der Uhr = + $12''_,470$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1''_,00253489$	Fehler
0	$0^h\ 40'\ 0''_,5$	$13^L_,4$	$20^0_,62$	$21^0_,34$	$0^h\ 40'\ 0''_,5009$	+ $0''_,0009$
785	53 7, 5	11, 3			53 7, 4998	— 0, 0002
1572	1 6 16, 5	9, 4	20, 62	21, 28	1 6 16, 5007	+ 0, 0007
2358	19 24, 5	8, 05			19 24, 4974	— 0, 0026
3147	32 35, 5	6, 7	20, 67	21, 28	32 35, 5003	+ 0, 0003
3935	45 45, 5	5, 7			45 45, 4997	— 0, 0003
4724	58 56, 5	4, 9	20, 73	21, 51	58 56, 5012	+ 0, 0012

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$62^R_,508$	$20^0_,76$	$21^0_,31$	$21^0_,63$	$20^0_,62$	$21^0_,34$
Ende	62, 456	20, 81	21, 36	21, 63	20, 72	21, 51
Mittel	62, 482	20,785	21,335	21, 63	20, 67	21,425

Gemessene Länge	$F - 5^L_,6196$
Temperatur von $F = 20^0_,97$	+ 0, 1158
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 5024

Schwingungszeit = $1''_,00253489$ der Uhr = $0''_,9999418$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L_,6787 + 0,9999\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0,0767 - 0,0002\,\varepsilon - 0,0760\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0462
— auf F	+ 5, 5024
Resultat des Versuchs ... $F =$	$446,0582 + 0,9997\,\varepsilon - 0,0760\,k'$

Versuch III. d'. Juni 12. $10^h\ 33'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $338^L_,96$. Gang der Uhr = + $12'',530$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1'',00253989$	Fehler
0	$9^h\ 49'\ 21'',5$	$12^L_,1$	$22^0_,24$	$22^0_,73$	$9^h\ 49'\ 21'',5007$	+ $0'',0007$
783	10 2 26, 5	10, 25			10 2 26, 4978	— 0, 0022
1569	15 34, 5	8, 65	22, 35	22, 84	15 34, 5002	+ 0, 0002
2355	28 42, 5	7, 4			28 42, 5012	+ 0, 0012
3141	41 50, 5	6, 25	22, 41	22, 94	41 50, 5011	+ 0, 0011
3927	54 58, 5	5, 3			54 58, 5002	+ 0, 0002
4713	11 8 6, 5	4, 5	22, 46	22, 94	11 8 6, 4987	— 0, 0013

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$62^R_,500$	$21^0_,87$	$22^0_,35$	$22^0_,47$	$22^0_,07$	$22^0_,73$
Ende	62, 492	22, 11	22, 55	22, 87	22, 52	23, 00
Mittel	62, 496	21, 99	22, 45	22, 67	22,295	22,865

Gemessene Länge	F — $5^L_,6209$
Temperatur von $F = 22^0_,15$	+ 0, 1223
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 4972

Schwingungszeit = $1'',00253989$ der Uhr = $0'',9999475$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L_,6837 + 0,9999\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0760 — $0,0002\,\varepsilon$ — $0,0753\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0462
— auf F	+ 5, 4972
Resultat des Versuchs F =	446, 0587 + $0,9997\,\varepsilon$ — $0,0753\,k'$

Versuch III. *c'*. Juni 12. $2^h\ 38'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $338,^L03$. Gang der Uhr = + $12,''686$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1,''72447936$	Fehler
100	$1^h\ 31'\ 59,''4535$	$38,^L7$	$20,^o96$	$21,^o67$	$1^h\ 31'\ 59,''4604$	+ $0,''0069$
600	46 21, 7051	29, 8			46 21, 7086	+ 0, 0035
1100	2 0 43, 9580	22, 2	20, 96	21, 69	2 0 43, 9530	— 0, 0050
1600	15 6, 1990	17, 1			15 6, 1951	— 0, 0039
2100	29 28, 4375	13, 4	20, 97	21, 76	29 28, 4360	— 0, 0015
100	37 57, 4353	39, 5	21, 00	21, 82	37 57, 4324	— 0, 0029
600	52 19, 6825	29, 8			52 19, 6814	— 0, 0011
1100	3 6 49, 9276	22, 4	21, 07	21, 85	3 6 41, 9264	— 0, 0012
1600	21 4, 1764	17, 2			21 4, 1693	— 0, 0071
2100	35 26, 3990	13, 4	21, 32	21, 94	35 26, 4113	+ 0, 0123

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68,^R040$	$20,^o71$	$21,^o21$	$21,^o48$	$20,^o96$	$21,^o67$
Ende	68, 015	21, 10	21, 46	21, 58	21, 40	22, 00
Mittel	68, 0275	20,905	21,335	21, 53	21, 18	21,835

Gemessene Länge	F — $6,^L1184$
Temperatur von $F = 21,^o05$	+ 0, 1162
Toise, Temperatur = 21, 45	864, 0516
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 0535

Schwingungszeit = $1,''72447936$ der Uhr = $1,''7200233$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303,^L8910 + 2,9585\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0,2251 - 0,0005\,\varepsilon - 0,2231\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6585
— auf F	— 858, 0535
Resultat des Versuchs $F =$	$446,2709 + 2,9580\,\varepsilon - 0,2231\,k$

Versuch III. *f*. Juni 13. 11h 30′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = 337,L06. Gang der Uhr = + 12,″772.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l‴	Rechnung 1,″72447669	Fehler
120	10h 23′ 37,″9388	38,L0	22,°02	22,°49	10h 23′ 37,″9372	— 0,″0016
620	38 0, 1798	28, 6			38 0, 1846	+ 0, 0048
1120	52 22, 4255	21, 8	22, 02	22, 42	52 22, 4283	+ 0, 0028
1620	11 6 44, 6595	16, 6			11 6 44, 6696	+ 0, 0101
2120	21 6, 9259	12, 9	22, 02	22, 33	21 6, 9096	— 0, 0160
110	29 20, 6961	38, 5	22, 02	22, 29	29 20, 6919	— 0, 0042
610	43 42, 9429	29, 0			43 42, 9393	— 0, 0036
1110	58 5, 1847	21, 9	22, 02	22, 33	58 5, 1827	— 0, 0020
1610	12 12 27, 4158	16, 8			12 12 27, 4239	+ 0, 0081
2110	26 49, 6622	13, 0	22, 02	22, 34	26 49, 6639	+ 0, 0017

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l‴
Anfang	68,R050	21,°87	22,°15	22,°33	22,°02	22,°50
Ende	68, 081	21, 87	22, 20	22, 28	22, 02	22, 34
Mittel	68, 0655	21, 87	22,175	22,305	22, 02	22, 42

Gemessene Länge . . . . F — 6,L1218

Temperatur von F = 21,°97 . . . . + 0, 1213

Toise, Temperatur = 22, 25 . . . . 864, 0597

Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0041

Länge des Pendels . . . . = F + 858, 0633

Schwingungszeit = 1,″72447669 der Uhr = 1,″7200224 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1303,L8896 + 2,9585 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 2238 — 0,0005 ε — 0,2218 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6585
— auf F	— 858, 0633
Resultat des Versuchs . . . . F =	446, 2610 + 2,9580 ε — 0,2218 k

Versuch IV. *a.* Juni 14. 2ʰ 12′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = 337,ᴸ06. Gang der Uhr = — 0,″739.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l‴	Rechnung 1,″7254047S	Fehler
110	1ʰ 14′ 17,″8064	41,ᴸ4	18,°20	19,°05	1ʰ 14′ 17,″8090	+ 0,″0026
610	28 40, 5204	37, 2			28 40, 5239	+ 0, 0035
1110	43 3, 2423	33, 5	18, 20	19, 05	43 3, 2364	— 0, 0059
1610	57 25, 9508	30, 5			57 25, 9471	— 0, 0037
2110	2 11 48, 6579	27, 9	18, 21	19, 04	2 11 48, 6564	— 0, 0015
2610	26 11, 3627	25, 3			26 11, 3646	+ 0, 0019
3110	40 34, 0696	23, 1	18, 25	19, 00	40 34, 0718	+ 0, 0022
3610	54 56, 7746	21, 3			54 56, 7782	+ 0, 0036
4110	3 9 19, 4868	19, 4	18, 25	19, 00	3 9 19, 4840	— 0, 0028

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l‴
Anfang	58,ᴿ218	18,°63	18,°98	19,°18	18,°20	19,°05
Ende	58, 188	18, 58	18, 98	19, 06	18, 25	19, 00
Mittel	58, 203	18,605	18, 98	19, 12	18,225	19,025

Gemessene Länge . . . . F — 5,ᴸ2348
Temperatur von F = 18,°73 . . . . + 0, 1034
Toise, Temperatur = 19, 05 . . . . 864, 0275
Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0041
Länge des Pendels . . . . = F + 858, 9002

Schwingungszeit = 1,″7254047S der Uhr = 1,″7206791 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1304,ᴸ8854 + 2,9608 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0757 — 0,0002 ε — 0,0795 *k*
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2066
— auf F	— 858, 9002
Resultat des Versuchs . . . . F =	446, 1161 + 2,9606 ε — 0,0795 *k*

Versuch IV. *b*. Juni 15. $10^h\ 52'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $336{,}^L80$. Gang der Uhr = — $0{,}''791$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l‴	Rechnung $1{,}''72539441$	Fehler
100	$9^h\ 54'\ 26{,}''5375$	$41{,}^L2$	$18{,}^\circ79$	$19{,}^\circ17$	$9^h\ 54'\ 26{,}''5496$	+ $0{,}''0121$
600	10 8 49, 2602	37, 3			10 8 49, 2591	— 0, 0011
1100	23 11, 9739	33, 6	18, 85	19, 18	23 11, 9664	— 0, 0075
1600	37 34, 6809	30, 4			37 34, 6718	— 0, 0091
2100	51 57, 3791	27, 6	18, 81	19, 22	51 57, 3758	— 0, 0033
2600	11 6 20, 0758	25, 2			11 6 20, 0786	+ 0, 0028
3100	20 42, 7787	23, 1	18, 83	19, 24	20 42, 7805	+ 0, 0018
3600	35 5, 4805	21, 2			35 5, 4818	+ 0, 0013
4100	49 28, 1799	19, 1	18, 90	19, 28	49 28, 1826	+ 0, 0027

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l‴
Anfang	$58{,}^R100$	$18{,}^\circ88$	$19{,}^\circ17$	$19{,}^\circ12$	$18{,}^\circ76$	$19{,}^\circ17$
Ende	58, 094	18, 94	19, 23	19, 18	18, 93	19, 28
Mittel	58, 097	18, 91	19, 20	19, 15	18,845	19,225

Gemessene Länge	F — $5{,}^L2252$
Temperatur von $F = 19{,}^\circ01$	+ 0, 1050
Toise, Temperatur = 19, 17	864, 0286
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 9125

Schwingungszeit = $1{,}''72539441$ der Uhr = $1{,}''7206675$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304{,}^L8678$ + 2,9608 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0755 — 0,0002 ε — 0,0793 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2066
— auf F	— 858, 9125
Resultat des Versuchs F =	446, 0864 + 2,9606 ε — 0,0793 k

Versuch IV. *c.* Juni 15. 2ʰ 13′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = 338,ᴸ13. Gang der Uhr = — 0,″885.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung 1,″00291841	Fehler
0	1ʰ 27′ 59,″5	12,ᴸ4	16,°39	16,°78	1ʰ 27′ 59,″4991	— 0,″0009
683	39 24, 5	11, 65			39 24, 5011	+ 0, 0011
1366	50 49, 5	11, 15	16, 39	16, 78	50 49, 5022	+ 0, 0022
2048	2 2 13, 5	10, 55			2 2 13, 4997	— 0, 0003
2731	13 38, 5	10, 2	16, 39	16, 78	13 38, 4994	— 0, 0006
3413	25 2, 5	9, 6			25 2, 4957	— 0, 0043
4098	36 29, 5	9, 15	16, 39	16, 78	36 29, 5001	+ 0, 0001
4783	47 56, 5	8, 7			47 56, 5041	+ 0, 0041
5465	59 20, 5	8, 35	16, 39	16, 78	59 20, 4988	— 0, 0012

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	59,ᴿ283	16,°70	16,°99	17,°43	16,°39	16,°78
Ende	59, 265	16, 70	16, 99	17, 18	16, 39	16, 78
Mittel	59, 274	16, 70	16, 99	17,305	16, 39	16, 78

Gemessene Länge . . . . *F* — 5,ᴸ3311
Temperatur von *F* = 16,°80 . . . . + 0, 0928
Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0014
Länge des Pendels . . . . = *F* — 5, 2369

Schwingungszeit = 1,″0029184l der Uhr = 1,″0001698 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	440,ᴸ8797 + 1,0003 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0258 — 0,0001 ε — 0,0271 k'
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0549
— auf *F*	+ 5, 2369
Resultat des Versuchs . . . . *F* =	446, 0359 + 1,0002 ε — 0,0271 k'

Versuch IV. d. Juni 16. $11^h\,30'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $337{,}^L78$. Gang der Uhr = — $0{,}''942$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1{,}''00291692$	Fehler
0	$10^h\,44'\,19{,}''5$	$12{,}^L4$	$17{,}^\circ52$	$17{,}^\circ89$	$10^h\,44'\,19{,}''5014$	+ $0{,}''0014$
683	55 44, 5	11, 75			55 44, 5021	+ 0, 0021
1365	11 7 8, 5	11, 2	17, 63	18, 00	11 7 8, 4993	— 0, 0007
2049	18 34, 5	10, 6			18 34, 4986	— 0, 0014
2732	29 59, 5	10, 05	17, 68	18, 00	29 59, 4974	— 0, 0026
3416	41 25, 5	9, 55			41 25, 4985	— 0, 0015
4100	52 51, 5	9, 15	17, 63	18, 00	52 51, 4990	— 0, 0010
4785	12 4 18, 5	8, 65			12 4 18, 5020	+ 0, 0020
5669	15 44, 5	8, 3	17, 68	18, 06	15 44, 5017	+ 0, 0017

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$59{,}^R305$	$17{,}^\circ35$	$17{,}^\circ53$	$17{,}^\circ48$	$17{,}^\circ52$	$17{,}^\circ89$
Ende	59, 312	17, 65	17, 88	17, 88	17, 68	18, 11
Mittel	59, 3085	17, 50	17,705	17, 68	17, 60	18, 00

Gemessene Länge	F — $5{,}^L3342$
Temperatur von $F = 17{,}^\circ57$	+ 0, 0970
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 2358

Schwingungszeit = $1{,}''00291692$ der Uhr = $1{,}''0001676$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440{,}^L8777 + 1{,}0003\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\,0{,}0257 - 0{,}0001\,\varepsilon - 0{,}0269\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0549
— auf F	+ 5, 2358
Resultat des Versuchs . . . . F =	$446{,}0329 + 1{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0269\,k'$

Versuch IV. *c.* Juni 16. 1^h 52′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $337^L, 65$. Gang der Uhr = — $1'', 030$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1'', 72538305$	Fehler
120	0^h 55′ $2'', 0335$	$41^L, 4$	$16^0, 55$	$17^0, 23$	0^h 55′ $2'', 0366$	+ $0'', 0031$
620	1 9 24, 7400	37, 4			1 9 24, 7397	— 0, 0003
1120	23 47, 4427	33, 8	16, 79	17, 28	23 47, 4409	— 0, 0018
1620	38 10, 1451	30, 6			38 10, 1404	— 0, 0047
2120	52 32, 8347	27, 9	16, 87	17, 33	52 32, 8386	+ 0, 0039
2620	2 6 55, 5354	25, 5			2 6 55, 5357	+ 0, 0003
3120	21 18, 2334	23, 2	16, 98	17, 40	21 18, 2321	— 0, 0013
3620	35 40, 9302	21, 3			35 40, 9280	— 0, 0022
4120	50 3, 6208	19, 5	17, 16	17, 63	50 3, 6238	+ 0, 0030

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$58^R, 187$	$16^0, 70$	$17^0, 09$	$17^0, 18$	$16^0, 50$	$17^0, 22$
Ende	58, 146	17, 05	17, 19	17, 23	17, 24	17, 67
Mittel	58, 1665	16, 875	17, 14	17, 23	16, 87	17, 445

Gemessene Länge	F — $5^L, 2315$
Temperatur von $F = 16^0, 97$	+ 0, 0937
Toise, Temperatur = 17, 19	864, 0087
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 8750

Schwingungszeit = $1'', 72538305$ der Uhr = $1'', 7206515$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304^L, 8436$ + 2,9607 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0762 — 0,0002 ε — 0,0800 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2066
— auf F	— 858, 8750
Resultat des Versuchs F =	446, 0990 + 2,9605 ε — 0,0800 k

Versuch IV. *f.* Juni 17. 1ʰ 55′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = 336,ᴸ76. Gang der Uhr = — 1,″148.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l‴	Rechnung 1,″72539266	Fehler
110	0ʰ 58′ 2,″8113	41,ᴸ1	17,°04	17,°79	0ʰ 58′ 2,″8130	+ 0,″0017
610	1 12 25,5205	37,2			1 12 25,5211	+ 0,0006
1110	26 48,2284	33,6	17,14	17,83	26 48,2271	— 0,0013
1610	41 10,9282	30,5			41 10,9315	+ 0,0033
2110	55 33,6336	27,7	17,22	17,85	55 33,6345	+ 0,0009
2610	2 9 56,3444	25,2			2 9 56,3364	— 0,0080
3110	24 19,0400	23,1	17,34	17,91	24 19,0377	— 0,0023
3610	38 41,7405	21,2			38 41,7384	— 0,0021
4110	53 4,4316	19,5	17,49	17,94	53 4,4387	+ 0,0071

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l‴
Anfang	58,ᴿ156	17,°25	17,°58	17,°88	17,°01	17,°78
Ende	58,118	17,40	17,68	17,88	17,52	17,94
Mittel	58,137	17,325	17,63	17,88	17,265	17,86

Gemessene Länge	F — 5,ᴸ2288
Temperatur von F = 17,°44	+ 0,0963
Toise, Temperatur = 17,78	864,0146
Elasticität des Fadens	+ 0,0041
Länge des Pendels	= F + 858,8862

Schwingungszeit = 1,″72539266 der Uhr = 1,″7206587 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1304,ᴸ8545 + 2,9608 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0,0759 — 0,0002 ε — 0,0797 *k*
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0,2066
— auf *F*	— 858,8862
Resultat des Versuchs . . . *F* =	446,0990 + 2,9606 ε — 0,0797 *k*

Versuch IV. a'. Juni 18. $10^h\ 44'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $336^L,01$. Gang der Uhr = — $1'',197$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1'',72472272$	Fehler
100	$9^h\ 42'\ 41'',4616$	$38^L,8$	$18^0,80$	$19^0,34$	$9^h\ 42'\ 41'',4609$	— $0'',0007$
600	57 3, 8315	29, 5			57 3, 8311	— 0, 0004
1100	10 11 26, 1955	22, 4	18, 93	19, 41	10 11 26, 1975	+ 0, 0020
1600	25 48, 5610	17, 2			25 48, 5619	+ 0, 0009
2100	40 10, 9269	13, 6	18, 97	19, 49	40 10, 9251	— 0, 0018
120	49 24, 9699	38, 4	18, 99	19, 51	49 24, 9709	+ 0, 0010
620	11 3 47, 3438	29, 0			11 3 47, 3417	— 0, 0021
1120	18 9, 7092	21, 9	19, 07	19, 60	18 9, 7088	— 0, 0004
1620	32 32, 0715	16, 9			32 32, 0737	+ 0, 0022
2120	46 54, 4384	13, 2	19, 15	19, 67	46 54, 4377	— 0, 0007

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68^R,212$	$18^0,64$	$18^0,78$	$18^0,98$	$18^0,76$	$19^0,33$
Ende	68, 209	18, 94	19, 18	19, 18	19, 16	19, 67
Mittel	68, 2105	18, 79	18, 98	19, 08	18, 96	19, 50

Gemessene Länge .... F —	$6^L,1349$
Temperatur von $F = 18^0,85$ .... +	0, 1041
Toise, Temperatur = 19, 04	864, 0273
Elasticität des Fadens .... +	0, 0041
Länge des Pendels .... = F +	858, 0006

Schwingungszeit = $1'',72472272$ der Uhr = $1'',7199897$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303^L,8400 + 2,9584\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 2255 — $0,0005\,\varepsilon$ — $0,2235\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6584
— auf F	— 858, 0006
Resultat des Versuchs .... F =	$446,2723 + 2,9579\,\varepsilon - 0,2235\,k$

Versuch IV. b'. Juni 18. $2^h\ 14'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $335{,}^L14$. Gang der Uhr = — $1{,}''264$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72471265$	Fehler
120	$1^h\ 11'\ 53{,}''9804$	$39{,}^L0$	$18{,}^o01$	$18{,}^o57$	$1^h\ 11'\ 53{,}''9828$	+ $0{,}''0024$
620	26 16, 3483	29, 2			26 16, 3485	+ 0, 0002
1120	40 38, 7107	22, 2	18, 09	18, 52	40 38, 7101	— 0, 0006
1620	55 1, 0723	17, 2			55 1, 0695	— 0, 0028
2120	2 9 23, 4269	13, 4	18, 09	18, 54	2 9 23, 4277	+ 0, 0008
100	18 32, 4817	39, 9	18, 09	18, 52	18 32, 4803	— 0, 0014
600	32 54, 8476	29, 8			32 54, 8464	— 0, 0012
1100	47 17, 2086	22, 8	18, 09	18, 55	47 17, 2084	— 0, 0002
1600	3 1 39, 5646	17, 6			3 1 39, 5680	+ 0, 0036
2100	16 1, 9269	13, 6	18, 09	18, 59	16 1, 9263	— 0, 0006

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68{,}^R313$	$18{,}^o15$	$18{,}^o48$	$18{,}^o58$	$17{,}^o97$	$18{,}^o61$
Ende	68, 303	18, 15	18, 48	18, 53	18, 09	18, 61
Mittel	68, 308	18, 15	18, 48	18,555	18, 03	18, 61

Gemessene Länge	F — $6{,}^L1436$
Temperatur von $F = 18{,}^o26$	+ 0, 1008
Toise, Temperatur = 18, 52	864, 0221
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 857, 9834

Schwingungszeit = $1{,}''72471265$ der Uhr = $1{,}''7199783$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303{,}^L8227 + 2{,}9584\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}2256 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2236\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+\ 0{,}6584$
— auf F	$-\ 857{,}9834$
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}2721 + 2{,}9579\,\varepsilon - 0{,}2236\,k$

Versuch IV. c'. Juni 19. 10^h 56′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $335^L_,72$. Gang der Uhr = — $1''_,237$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1''_,00266172$	Fehler
0	10^h 18′ 40″,5	$12^L_,2$	$17^0_,92$	$18^0_,22$	10^h 18′ 40″,5029	+ 0″,0029
748	31 10, 5	10, 5			31 10, 5010	+ 0, 0010
1496	43 40, 5	9, 0	17, 86	18, 17	43 40, 4971	— 0, 0029
2246	56 12, 5	7, 85			56 12, 4982	— 0, 0018
2996	11 8 44, 5	6, 7	17, 75	18, 11	11 8 44, 4971	— 0, 0029
3748	21 18, 5	5, 75			21 18, 5005	+ 0, 0005
4500	33 52, 5	4, 95	17, 63	18, 11	33 52, 5032	+ 0, 0032

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$62^R_,576$	$18^0_,20$	$18^0_,53$	$18^0_,68$	$17^0_,97$	$18^0_,22$
Ende	62, 574	18, 00	18, 43	18, 28	17, 63	18, 11
Mittel	62, 575	18, 10	18, 48	18, 48	17, 80	18,165

Gemessene Länge	F — $5^L_,6280$
Temperatur von $F = 18^0_,23$	+ 0, 1007
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 5259

Schwingungszeit = $1''_,00266172$ der Uhr = $0''_,9999097$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L_,6504$ + 0,9998 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0765 — 0,0002 ε — 0,0758 k'
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0463
— auf F	+ 5, 5259
Resultat des Versuchs .... F =	446, 0535 + 0,9996 ε — 0,0758 k'

Versuch IV. d'. Juni 19. 2^h 16' St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $336{,}^L83$. Gang der Uhr = — $1{,}''191$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1{,}''00265103$	Fehler
0	1^h 38' 15,''5	$13{,}^L0$	$14{,}^029$	$14{,}^072$	1^h 38' 15,''5010	+ 0,''0010
750	50 47, 5	11, 0			50 47, 4984	— 0, 0016
1503	2 3 22, 5	9, 3	14, 53	14, 83	2 3 22, 5014	+ 0, 0014
2255	15 56, 5	8, 0			15 56, 5002	+ 0, 0002
3007	28 30, 5	6, 9	14, 64	14, 88	28 30, 4978	— 0, 0022
3761	41 6, 5	5, 9			41 6, 4999	— 0, 0001
4515	53 42, 5	5, 1	14, 64	14, 94	53 42, 5013	+ 0, 0013

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$62{,}^R566$	$14{,}^060$	$14{,}^088$	$15{,}^010$	$14{,}^019$	$14{,}^077$
Ende	62, 587	14, 70	14, 98	15, 30	14, 70	14, 94
Mittel	62, 5765	14, 65	14, 93	15, 20	14,445	14,855

Gemessene Länge	F — $5{,}^L6281$
Temperatur von $F = 14{,}^075$	+ 0, 0814
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 5453

Schwingungszeit = 1,''00265103 der Uhr = 0,''9998996 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440{,}^L6415 + 0{,}9998\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\,0{,}0776 - 0{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0769\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0463
— auf F	+ 5, 5453
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}0629 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0769\,k'$

Versuch IV. *e'*. Juni 20. $2^h\ 39'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $335,^L29$. Gang der Uhr = — $1,''364$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1,''72467464$	Fehler
110	$1^h\ 36'\ 37,''6867$	$38,^L4$	$14,^0 01$	$14,^0 06$	$1^h\ 36'\ 37,''6871$	+ $0,''0004$
610	51 0, 0348	28, 8			51 0, 0329	— 0, 0019
1110	2 5 22, 3725	22, 0	14, 11	14, 64	2 5 22, 3747	+ 0, 0022
1610	19 44, 7160	17, 0			19 44, 7144	— 0, 0016
2110	34 7, 0519	13, 1	14, 08	14, 64	34 7, 0528	+ 0, 0009
110	43 31, 7120	38, 9	14, 12	14, 73	43 31, 7143	+ 0, 0023
610	57 54, 0596	29, 2			57 54, 0607	+ 0, 0011
1110	3 12 16, 4075	22, 1	14, 18	14, 81	3 12 16, 4032	— 0, 0043
1610	26 38, 7464	17, 1			26 38, 7437	— 0, 0027
2110	41 1, 0795	13, 2	14, 23	14, 92	41 1, 0831	+ 0, 0036

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68,^R369$	$14,^0 08$	$14,^0 33$	$14,^0 61$	$13,^0 97$	$14,^0 66$
Ende	68, 338	14, 27	14, 43	14, 71	14, 41	15, 00
Mittel	68, 3535	14,175	14, 38	14, 66	14, 19	14, 83

Gemessene Länge	F —	$6,^L1477$
Temperatur von $F = 14,^0 24$	+	0, 0786
Toise, Temperatur = 14, 55		863, 9821
Elasticität des Fadens	+	0, 0041
Länge des Pendels	= F +	857, 9171

Schwingungszeit = $1,''72467464$ der Uhr = $1,''7199383$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303,^L7621 + 2,9582\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$- 0,2288 - 0,0005\,\varepsilon - 0,2268\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+ 0,6584$
— auf F	$- 857,9171$
Resultat des Versuchs $F =$	$446,2746 + 2,9577\,\varepsilon - 0,2268\,k$

Versuch IV. *f'*. Juni 21. $11^h\,41'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $335{,}^L68$. Gang der Uhr = — $1{,}''339$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72468453$	Fehler
120	$10^h\,38'$	$48{,}''9732$	$38{,}^L6$	$15{,}^o83$	$16{,}^o25$	$10^h\,38'\,48{,}''7643$	— $0{,}''0089$
620	53	11, 3162	28, 9			53 11, 3150	— 0, 0012
1120	11 7	33, 6555	21, 9	15, 86	16, 36	11 7 33, 6619	+ 0, 0064
1620	21	55, 9993	16, 8			21 56, 0067	+ 0, 0074
2120	36	18, 3543	13, 1	15, 94	16, 48	36 18, 3506	— 0, 0037
110	45	48, 7293	39, 1	15, 94	16, 52	45 48, 7314	+ 0, 0021
610	12 0	11, 0835	29, 3			12 0 11, 0832	— 0, 0003
1110	14	33, 4263	22, 1	16, 02	16, 60	14 33, 4311	+ 0, 0048
1610	28	55, 7748	17, 0			28 55, 7768	+ 0, 0020
2110	43	18, 1301	13, 1	16, 10	16, 65	43 18, 1215	— 0, 0086

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68{,}^R271$	$15{,}^o52$	$15{,}^o72$	$15{,}^o70$	$15{,}^o83$	$16{,}^o22$
Ende	68, 299	15, 86	16, 15	16, 14	16, 23	16, 66
Mittel	68, 285	15, 69	15,935	15, 92	16, 03	16, 44

Gemessene Länge	*F* — $6{,}^L1416$
Temperatur von *F* = $15{,}^o77$	+ 0, 0871
Toise, Temperatur = 15, 93	863, 9960
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= *F* + 857, 9456

Schwingungszeit = $1{,}''72468453$ der Uhr = $1{,}''7199487$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303{,}^L7779$ + 2,9583 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 2276 — 0,0005 ε — 0,2256 *k*
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6584
— auf *F*	— 857, 9456
Resultat des Versuchs *F* =	446, 2631 + 2,9578 ε — 0,2256 *k*

Versuch V. *a.* Juni 22. 2^h 31′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $334{,}^L65$. Gang der Uhr = — 1,″167.

Reducirte Mittel der Beobachtungen			Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1,″72538629			Fehler
90	1^h 34′	1,″2772	$40{,}^L3$	$17{,}^0 16$	$17{,}^0 96$	1^h 34′	1,″2721		— 0,″0051
590	48	23, 9743	36, 5			48	23, 9760		+ 0, 0017
1090	2 2	46, 6742	33, 0	17, 44	18, 19	2 2	46, 6783		+ 0, 0041
1590	17	9, 3794	29, 8			17	9, 3791		— 0, 0003
2090	31	32, 0804	27, 0	17, 52	18, 30	31	32, 0789		— 0, 0015
2590	45	54, 7744	24, 6			45	54, 7777		+ 0, 0033
3090	3 0	17, 4748	22, 5	17, 58	18, 45	3 0	17, 4760		+ 0, 0012
3590	14	40, 1753	20, 7			14	14, 1737		— 0, 0016
4090	29	2, 8730	19, 0	17, 72	18, 54	29	2, 8712		— 0, 0018

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$58{,}^R290$	$17{,}^0 20$	$17{,}^0 58$	$17{,}^0 93$	$17{,}^0 07$	$17{,}^0 89$
Ende	58, 240	17, 55	17, 88	18, 08	17, 86	18, 67
Mittel	58, 265	17,375	17, 73	18,005	17,465	18, 28

Gemessene Länge . . . . *F* — $5{,}^L2404$
Temperatur von *F* = $17{,}^0 50$ . . . . + 0, 0966
Toise, Temperatur = 17, 89 . . . . 864, 0157
Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0041

Länge des Pendels . . . . = *F* + 858, 8760

Schwingungszeit = 1,″72538629 der Uhr = 1,″7206520 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304{,}^L8443$ + 2,9607 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0753 — 0,0002 ε — 0,0792 *k*
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2120
— auf *F*	— 858, 8760
Resultat des Versuchs . . . . *F* =	446, 1050 + 2,9605 ε — 0,0792 *k*

Versuch V. *b.* Juni 23. $2^h\,34'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $333^L{,}68$. Gang der Uhr = — $0{,}''943$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72539100$	Fehler
100	1^h 37′ 8,″5477	$39{,}^L4$	$18{,}^052$	$19{,}^037$	1^h 37′ 8,″5537	+ 0,″0060
600	51 31, 2643	35, 3			51 31, 2606	— 0, 0037
1100	2 5 53, 9713	32, 0	18, 50	19, 32	2 5 53, 9653	— 0, 0060
1600	20 16, 6692	29, 0			20 16, 6683	— 0, 0009
2100	34 39, 3668	26, 4	18, 52	19, 28	34 39, 3700	+ 0, 0032
2600	49 2, 0672	24, 1			49 2, 0706	+ 0, 0034
3100	3 3 24, 7705	22, 1	18, 48	19, 28	3 3 24, 7703	— 0, 0002
3600	17 47, 4727	20, 3			17 47, 4693	— 0, 0034
4100	32 10, 1659	18, 5	18, 52	19, 24	32 10, 1677	+ 0, 0018

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$58{,}^R284$	$18{,}^074$	$19{,}^023$	$19{,}^038$	$18{,}^054$	$19{,}^039$
Ende	58, 309	18, 69	19, 08	19, 18	18, 54	19, 22
Mittel	58, 2965	18,715	19,155	19, 28	18, 54	19,305

Gemessene Länge .... *F* —	$5{,}^L2432$
Temperatur von *F* = $18{,}^086$ .... +	0, 1041
Toise, Temperatur = 19, 23	864, 0292
Elasticität des Fadens .... +	0, 0041
Länge des Pendels	= *F* + 858, 8942

Schwingungszeit = $1{,}''72539100$ der Uhr = $1{,}''7206612$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304{,}^L8583$ + 2,9608 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0748 — 0,0002 ε — 0,0786 *k*
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2120
— auf *F*	— 858, 8942
Resultat des Versuchs .... *F* =	446, 1013 + 2,9606 ε — 0,0786 *k*

Versuch V. *c.* Juni 24. $2^h\,13'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $331^L,21$. Gang der Uhr = — $1'',043$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1'',00291835$	Fehler
0	$1^h\,27'\,52'',5$	$13^L,5$	$16^0,79$	$17^0,22$	$1^h\,27'\,52'',4975$	— $0'',0025$
684	39 18, 5	12, 75			39 18, 5038	+ 0, 0038
1365	50 41, 5	12, 35	16, 79	17, 22	50 41, 5006	+ 0, 0006
2047	2 2 5, 5	11, 65			2 2 5, 4996	— 0, 0004
2729	13 29, 5	11, 0	16, 79	17, 22	13 29, 4975	— 0, 0025
3413	24 55, 5	10, 55			24 55, 5006	+ 0, 0006
4096	36 20, 5	10, 0	16, 85	17, 22	36 20, 5003	+ 0, 0003
4779	47 45, 5	9, 55			47 45, 4993	— 0, 0007
5463	59 11, 5	9, 1	16, 85	17, 22	59 11, 5008	+ 0, 0008

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$59^R,206$	$17^0,10$	$17^0,53$	$17^0,93$	$16^0,79$	$17^0,22$
Ende	59, 205	17, 05	17, 48	17, 83	16, 85	17, 22
Mittel	59, 2055	17,075	17,505	17, 88	16, 82	17, 22

Gemessene Länge . . . . F — $5^L,3249$
Temperatur von $F = 17^0,22$ . . . . + 0, 0951
Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0014
Länge des Pendels . . . . = F — 5, 2284

Schwingungszeit = $1'',00291835$ der Uhr = $1'',0001678$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L,8779 + 1,0003\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\,0,0252 - 0,0001\,\varepsilon - 0,0265\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0493
— auf F	+ 5, 2284
Resultat des Versuchs . . . . F =	$446,0318 + 1,0002\,\varepsilon - 0,0265\,k'$

Versuch V. *d.* Juni 25. 2^h 45′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $332^L,48$. Gang der Uhr = — $0'',838$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1'',00290805$	Fehler
0	2^h 0′ 26″,5	$12^L,95$	$15^0,10$	$15^0,49$	2^h 0′ 26″,5013	+ 0″,0013
683	11 51,5	12,4			11 51,4970	— 0,0030
1369	23 19,5	11,85	15,10	15,44	23 19,5006	+ 0,0006
2054	34 46,5	11,3			34 46,5005	+ 0,0005
2737	46 13,5	10,8	15,10	15,44	46 13,4997	— 0,0003
3425	57 41,5	10,1			57 41,5010	+ 0,0010
4111	3 9 9,5	9,7	15,15	15,49	3 9 9,5018	+ 0,0018
4796	20 36,5	9,2			20 36,4992	— 0,0008
5482	32 4,5	8,9	15,15	15,49	32 4,4990	— 0,0010

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$59^R,192$	$15^0,32$	$15^0,72$	$16^0,14$	$15^0,10$	$15^0,47$
Ende	59,228	15,27	15,57	16,09	15,21	15,55
Mittel	59,210	15,295	15,645	16,115	15,155	15,51

Gemessene Länge	F — $5^L,3253$
Temperatur von $F = 15^0,41$	+ 0,0851
Elasticität des Fadens	+ 0,0014
Länge des Pendels	= F — 5,2388

Schwingungszeit = $1'',00290805$ der Uhr = $1'',0001600$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L,8710$ + 1,0003 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0,0255 — 0,0001 ε — 0,0268 k'
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0,0493
— auf F	+ 5,2388
Resultat des Versuchs F =	446,0350 + 1,0002 ε — 0,0268 k'

Versuch V. *c*. Juni 26. 3ʰ 10′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = 334,ᴸ68. Gang der Uhr = — 0,″842.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1,″72534496	Fehler
110	2ʰ 13′ 7,″7791	38,ᴸ3	13,°64	14,°73	2ʰ 13′ 7,″7746	— 0,″0045
610	27 30, 4489	33, 5			27 30, 4559	+ 0, 0070
1110	41 53, 1416	30, 4	13, 90	14, 78	41 53, 1354	— 0, 0062
1610	56 15, 8081	27, 8			56 15, 8137	+ 0, 0056
2110	3 10 38, 4937	25, 3	13, 94	14, 87	3 10 38, 4910	— 0, 0027
2610	25 1, 1697	23, 0			25 1, 1674	— 0, 0023
3110	39 23, 8373	21, 3	14, 06	14, 96	39 23, 8434	+ 0, 0061
3610	53 46, 5176	19, 6			53 46, 5190	+ 0, 0014
4110	4 8 9, 1986	17, 8	14, 15	15, 01	4 8 9, 1942	— 0, 0044

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	58,ᴿ370	14,°03	14,°43	14,°86	13,°56	14,°72
Ende	58, 305	14, 31	14, 53	14, 91	14, 64	15, 44
Mittel	58, 3375	14, 17	14, 48	14,885	14, 10	15, 08

Gemessene Länge	F — 5,ᴸ2469
Temperatur von F = 14,°29	+ 0, 0789
Toise, Temperatur = 14, 72	863, 9838
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 8199

Schwingungszeit = 1,″72534496 der Uhr = 1,″7206172 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1304,ᴸ7915 + 2,9606 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0762 — 0,0002 ε — 0,0801 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2120
— auf F	— 858, 9199
Resultat des Versuchs . . . F =	446, 1074 + 2,9604 ε — 0,0801 k

Versuch V. *f.* Juni 27. $10^h 50'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $333^L{,}95$. Gang der Uhr = — $0{,}''583$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72534874$	Fehler
100	9^h 53′ 21,″5436	$39{,}^L5$	$15{,}^\circ84$	$16{,}^\circ29$	9^h 53′ 21,″5425	— 0,″0011
600	10 7 44, 2275	35, 6			10 7 44, 2272	— 0, 0003
1100	22 6, 9117	32, 1	15, 90	16, 42	22 6, 9101	— 0, 0016
1600	36 29, 5800	29, 3			36 29, 5916	+ 0, 0036
2100	50 52, 2730	26, 7	15, 99	16, 52	50 52, 2720	— 0, 0010
2600	11 5 14, 9507	24, 3			11 5 14, 9516	+ 0, 0009
3100	19 37, 6286	22, 3	16, 15	16, 59	19 37, 6306	+ 0, 0020
3600	34 0, 3092	20, 4			34 0, 3091	— 0, 0001
4100	48 22, 9898	18, 7	16, 32	16, 69	48 22, 9874	— 0, 0024

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$58{,}^R269$	$15{,}^\circ67$	$15{,}^\circ77$	$15{,}^\circ89$	$15{,}^\circ83$	$16{,}^\circ25$
Ende	58, 277	15, 91	16, 16	16, 19	16, 39	16, 71
Mittel	58, 273	15, 79	15,965	16, 04	16, 11	16, 48

Gemessene Länge	F — $5{,}^L2411$
Temperatur von F = $15{,}^\circ85$	+ 0, 0875
Toise, Temperatur = 16, 01	863, 9963
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 858, 8468

Schwingungszeit = $1{,}''72534874$ der Uhr = $1{,}''7206261$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304{,}^L8050 + 2{,}9606\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0755 — $0{,}0002\,\varepsilon$ — $0{,}0794\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2120
— auf F	— 858, 8468
Resultat des Versuchs F =	446, 0947 + $2{,}9604\,\varepsilon$ — $0{,}0794\,k$

Versuch V. *d'*. Juni 27. 2h 46′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = 336,L12. Gang der Uhr = — 0,″049.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l‴	Rechnung 1,″72463350	Fehler
80	1h 44′ 24,″9870	35,L8	13,°58	14,°61	1h 44′ 24,″9884	+ 0,″0014
580	58 47, 3141	27, 6			58 47, 3130	— 0, 0011
1080	2 13 9, 6361	21, 1	13, 69	14, 61	2 13 9, 6343	— 0, 0018
1580	27 31, 9564	16, 3			27 31, 9538	— 0, 0026
2080	41 54, 2681	12, 6	13, 76	14, 61	41 54, 2721	+ 0, 0040
90	50 20, 2257	36, 3	13, 78	14, 61	50 20, 2244	— 0, 0013
590	3 4 42, 5507	27, 4			3 4 42, 5495	— 0, 0012
1090	19 4, 8695	21, 0	13, 92	14, 61	19 4, 8713	+ 0, 0018
1590	33 27, 1822	16, 1			33 27, 1911	+ 0, 0089
2090	47 49, 5182	12, 5	13, 96	14, 61	47 49, 5100	— 0, 0082

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l‴
Anfang	68,R356	14,°03	14,°33	14,°71	13,°56	14,°61
Ende	68, 327	14, 08	14, 33	14, 61	13, 96	14, 61
Mittel	68, 3415	14,055	14, 33	14, 66	13, 76	14, 61

Gemessene Länge . . . . F — 6,L1466
Temperatur von F = 14,°15 . . . . + 0, 0781
Toise, Temperatur = 14, 52 . . . . 863, 9818
Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0041
Länge des Pendels . . . . = F + 857, 9174

Schwingungszeit = 1,″72463350 der Uhr = 1,″7199235 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1303,L7397 + 2,9582 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 2297 — 0,0005 ε — 0,2277 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6745
— auf F	— 857, 9174
Resultat des Versuchs . . . . F =	446, 2671 + 2,9577 ε — 0,2277 k

Versuch V. b'. Juni 28. 2^h 45′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $338,^L58$. Gang der Uhr = — 0,″934.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1,″72466354	Fehler
100	1^h 43′ 37,″4783	$38,^L3$	$14,^0 13$	$14,^0 83$	1^h 43′ 57,″4784	+ 0,″0001
600	57 59, 8240	28, 7			57 59, 8186	— 0, 0054
1100	2 12 22, 1449	21, 8	14, 13	14, 84	2 12 22, 1548	+ 0, 0099
1600	26 44, 4922	16, 8			26 44, 4890	— 0, 0032
2100	41 6, 8234	13, 1	14, 15	14, 90	41 6, 8220	— 0, 0014
110	50 30, 7120	39, 3	14, 17	14, 92	50 30, 7121	+ 0, 0001
610	3 4 48, 0528	29, 5			3 4 48, 0532	+ 0, 0004
1110	19 10, 3916	22, 4	14, 23	14, 94	19 10, 3902	— 0, 0014
1610	33 32, 7244	17, 3			33 32, 7250	+ 0, 0006
2110	47 55, 0584	13, 5	14, 34	14, 99	47 55, 0588	+ 0, 0004

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68,^R352$	$14,^0 32$	$14,^0 58$	$14,^0 91$	$14,^0 13$	$14,^0 83$
Ende	68, 326	14, 32	14, 53	14, 86	14, 41	15, 15
Mittel	68, 339	14, 32	14,555	14,885	14, 27	14, 99

Gemessene Länge	F — $6,^L1464$
Temperatur von F = $14,^0 40$	+ 0, 0795
Toise, Temperatur = 14, 75	863, 9841
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= F + 857, 9213

Schwingungszeit = 1,″72466354 der Uhr = 1,″7199359 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303,^L7585$ + 2,9582 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 2308 — 0,0005 ε — 0,2288 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6745
— auf F	— 857, 9213
Resultat des Versuchs F =	446, 2809 + 2,9577 ε — 0,2288 k

Versuch V. c'. Juni 29. $11^h\ 23'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer $= 337{,}^L53$. Gang der Uhr $= -\ 0{,}''936$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1{,}''00263263$	Fehler
0	$10^h\ 46'\ 21{,}''5$	$13{,}^L15$	$15{,}^o83$	$16{,}^o05$	$10^h\ 46'\ 21{,}''5030$	$+\ 0{,}''0030$
754	58 57, 5	11, 15			58 57, 4977	— 0, 0023
1512	11 11 37, 5	9, 6	15, 83	16, 11	11 11 37, 5004	+ 0, 0004
2269	24 16, 5	8, 0			24 16, 4984	— 0, 0016
3027	36 56, 5	6, 85	15, 83	16, 16	36 56, 4976	— 0, 0024
3787	49 38, 5	5, 95			49 38, 5012	+ 0, 0012
4546	12 2 19, 5	5, 1	15, 83	16, 22	12 2 19, 5016	+ 0, 0016

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$62{,}^R590$	$15{,}^o47$	$15{,}^o62$	$15{,}^o60$	$15{,}^o83$	$16{,}^o05$
Ende	62, 596	15, 71	15, 81	15, 84	15, 83	16, 22
Mittel	62, 593	15, 59	15,715	15, 72	15, 83	16,135

Gemessene Länge	$F - 5{,}^L6296$
Temperatur von $F = 15{,}^o63$	+ 0, 0863
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	$= F -$ 5, 5419

Schwingungszeit $= 1{,}''00263263$ der Uhr $= 0{,}''9998842$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440{,}^L6279 + 0{,}9998\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}0773 - 0{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0766\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0294
— auf F	+ 5, 5419
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}0631 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0766\,k'$

Versuch V. *d'*. Juni 29. $2^h\ 45'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $337{,}^L18$. Gang der Uhr = — $0{,}''941$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1{,}''00262673$	Fehler
0	$2^h\ 8'\ 8{,}''5$	$12{,}^L95$	$14{,}^o70$	$15{,}^o00$	$2^h\ 8'\ 8{,}''5016$	+ $0{,}''0016$
757	20 47, 5	11, 05			20 46, 4994	— 0, 0006
1516	33 28, 5	9, 40	14, 72	15, 02	33 28, 5000	0, 0000
2275	46 9, 5	8, 05			46 9, 4987	— 0, 0013
3035	58 51, 5	6, 9	14, 75	15, 05	58 51, 4987	— 0, 0013
3796	3 11 34, 5	5, 85			3 11 34, 5004	+ 0, 0004
4557	24 17, 5	5, 0	14, 78	15, 05	24 17, 5013	+ 0, 0013

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$62{,}^R656$	$14{,}^o88$	$15{,}^o22$	$15{,}^o20$	$14{,}^o70$	$15{,}^o00$
Ende	62, 656	14, 88	15, 17	15, 15	14, 78	15, 11
Mittel	62, 656	14, 88	15,195	15,175	14, 74	15,055

Gemessene Länge	F — $5{,}^L6353$
Temperatur von $F = 14{,}^o99$	+ 0, 0828
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	= F — 5, 5511

Schwingungszeit = $1{,}''00262673$ der Uhr = $0{,}''9998782$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440{,}^L6226 + 0{,}9998\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}0776 - 0{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0769\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0294
— auf F	+ 5, 5511
Resultat des Versuchs . . . . F =	$446{,}0667 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0769\,k'$

Versuch V. e'. Juni 30. 3^h 11′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $335{,}^L64$. Gang der Uhr = — $0{,}''969$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72465967$	Fehler
100	2^h 9′ 49,″4659	$40{,}^L1$	$14{,}^0 66$	$14{,}^0 94$	2^h 9′ 49,″4673	+ 0,″0014
600	24 11, 8099	29, 9			24 11, 8065	— 0, 0034
1100	38 34, 1377	22, 6	14, 70	14, 97	38 34, 1413	+ 0, 0036
1600	52 56, 4736	17, 4			52 56, 4739	+ 0, 0003
2100	3 7 18, 8073	13, 5	14, 72	15, 07	3 7 18, 8054	— 0, 0019
110	16 14, 7104	39, 3	14, 73	15, 09	16 14, 7124	+ 0, 0020
610	30 37, 0559	29, 5			30 37, 0517	— 0, 0042
1110	44 59, 3841	22, 4	14, 77	15, 13	44 59, 3871	+ 0, 0030
1610	59 21, 7247	17, 3			59 21, 7202	— 0, 0045
2110	4 13 44, 0485	13, 5	14, 85	15, 16	4 13 44, 0521	+ 0, 0036

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68{,}^R388$	$14{,}^0 60$	$14{,}^0 73$	$14{,}^0 91$	$14{,}^0 64$	$14{,}^0 94$
Ende	68, 365	14, 74	14, 93	14, 91	14, 98	15, 22
Mittel	68, 3765	14, 67	14, 83	14, 91	14, 81	15, 08

Gemessene Länge	F —	$6{,}^L1498$
Temperatur von $F = 14{,}^0 72$	+	0, 0813
Toise, Temperatur = 14, 88		863, 9854
Elasticität des Fadens	+	0, 0041
Länge des Pendels	= F +	857, 9210

Schwingungszeit = $1{,}''72465967$ der Uhr = $1{,}''7199313$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303{,}^L7515 + 2{,}9582\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}2285 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2265\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+\ 0{,}6745$
— auf F	$-\ 857{,}9210$
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}2765 + 2{,}9577\,\varepsilon - 0{,}2265\,k$

Versuch V. f'. Juli 1. $2^h\,58'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $338{,}^L77$. Gang der Uhr = — $1{,}''328$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72468086$	Fehler
110	$1^h\ 55'\ 55{,}''7125$	$38{,}^L8$	$15{,}^0 34$	$15{,}^0 68$	$1^h\ 55'\ 55{,}''7060$	— $0{,}''0065$
610	2 10 18, 0598	29, 4			2 10 18, 0558	— 0, 0040
1110	24 40, 4014	22, 0	15, 37	15, 72	24 40, 4018	+ 0, 0004
1610	39 2, 7490	17, 0			39 2, 7454	— 0, 0036
2110	53 25, 0741	13, 3	15, 37	15, 72	53 25, 0878	+ 0, 0137
100	3 3 39, 4783	40, 0	15, 37	15, 72	3 3 39, 4899	+ 0, 0116
600	18 1, 8315	30, 0			18 1, 8304	— 0, 0011
1100	32 24, 1736	22, 5	15, 41	15, 75	32 24, 1768	+ 0, 0032
1600	46 46, 5290	17, 3			46 46, 5207	— 0, 0083
2100	4 1 8, 8686	13, 6	15, 43	15, 77	4 1 8, 8634	— 0, 0052

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68{,}^R425$	$15{,}^0 47$	$15{,}^0 62$	$15{,}^0 79$	$15{,}^0 32$	$15{,}^0 66$
Ende	68, 407	15, 42	15, 57	15, 74	15, 37	15, 72
Mittel	68, 416	15,445	15,595	15,765	15,345	15, 69

Gemessene Länge	F —	$6{,}^L1533$
Temperatur von $F = 15{,}^0 50$	+	0, 0856
Toise, Temperatur = 15, 70		863, 9937
Elasticität des Fadens	+	0, 0041
Länge des Pendels	= F +	857, 9301

Schwingungszeit = $1{,}''72468086$ der Uhr = $1{,}''7199452$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303{,}^L7726 + 2{,}9583\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum.	$-\ 0{,}2302 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2282\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+\ 0{,}6745$
— auf F.	$-\ 857{,}9301$
Resultat des Versuchs . . . . F =	$446{,}2868 + 2{,}9578\,\varepsilon - 0{,}2282\,k$

Versuch VI. *a.* Juli 2. $3^h\ 2'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = 338,^{L}76. Gang der Uhr = — 1,″688.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung 1,″72537362	Fehler
100	2^h 5′ 17,″5434	41,^{L}8	15,°26	15,°72	2^h 5′ 17,″5460	+ 0,″0026
600	19 40, 2474	37, 9			19 40, 2448	— 0, 0026
1100	34 2, 9430	34, 2	15, 27	15, 73	34 2, 9413	— 0, 0017
1600	48 25, 6282	31, 0			48 25, 6360	+ 0, 0078
2100	3 2 48, 3309	28, 2	15, 36	15, 81	3 2 48, 3294	— 0, 0015
2600	17 11, 0291	25, 6			17 11, 0218	— 0, 0073
3100	31 33, 7137	23, 4	15, 45	15, 91	31 33, 7134	— 0, 0003
3600	45 56, 4067	21, 5			45 56, 4045	— 0, 0022
4100	4 0 19, 0900	19, 6	15, 64	15, 98	4 0 19, 0952	+ 0, 0052

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	58,″338	15,°27	15,°52	15,°70	15,°26	15,°72
Ende	58, 323	15, 47	15, 62	15, 70	15, 72	16, 00
Mittel	58, 3305	15, 37	15, 57	15, 70	15, 49	15, 86

Gemessene Länge .... F — 5,^{L}2462
Temperatur von F = 15,°44 .... + 0, 0853
Toise, Temperatur = 15, 65 .... 863, 9932
Elasticität des Fadens .... + 0, 0041
Länge des Pendels .... = F + 858, 8364

Schwingungszeit = 1,″72537362 der Uhr = 1,″7206290 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1304,^{L}8094 + 2,9606 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0768 — 0,0002 ε — 0,0807 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2120
— auf F	— 858, 8364
Resultat des Versuchs .... F =	446, 1082 + 2,9604 ε — 0,0807 k

Versuch VI. *b.* Juli 4. $3^h\,32'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer $= 337^L{,}32$. Gang der Uhr $= +\,6''{,}244$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1'',72526018$	Fehler
90	2^h 34′ 53″,2895	$42^L{,}0$	$19^0{,}80$	$20^0{,}73$	2^h 34′ 53″,2955	+ 0″,0060
590	49 15,9395	37,9			49 15,3982	— 0,0013
1090	3 3 38,5798	34,1	19,90	20,74	3 3 38,5785	— 0,0013
1590	18 1,2242	30,9			18 1,2172	— 0,0070
2090	32 23,8548	28,1	19,96	20,78	32 23,8543	— 0,0005
2590	46 46,4890	25,7			46 46,4904	+ 0,0014
3090	4 1 9,1235	23,3	20,02	20,78	4 1 9,1256	+ 0,0021
3590	15 31,7617	21,3			15 31,7600	— 0,0017
4090	29 54,3914	19,5	20,06	20,82	29 54,3938	+ 0,0024

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$58^R{,}416$	$20^0{,}13$	$20^0{,}57$	$20^0{,}88$	$19^0{,}78$	$20^0{,}73$
Ende	58,363	20,13	20,57	20,78	20,06	20,84
Mittel	58,3895	20,13	20,57	20,83	19,92	20,785

Gemessene Länge	$F -\ 5^L{,}2516$
Temperatur von $F = 20^0{,}28$	+ 0,1120
Toise, Temperatur $= 20,72$	864,0443
Elasticität des Fadens	+ 0,0041
Länge des Pendels	$= F +$ 858,9088

Schwingungszeit $= 1'',72526018$ der Uhr $= 1'',72067358$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304^L{,}8774 + 2{,}9608\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}0753 - 0{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0791\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0,2120
— auf F	— 858,9088
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}1053 + 2{,}9606\,\varepsilon - 0{,}0791\,k$

Versuch VI. *c.* Juli 5. $3^h\,39'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $336^L{,}24$. Gang der Uhr = + $6''{,}032$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1''{,}00285755$	Fehler
0	$2^h\,53'\,9''{,}5$	$13^L{,}6$	$21^0{,}07$	$21^0{,}62$	$2^h\,53'\,9''{,}4997$	— $0''{,}0003$
697	3 4 48, 5	13, 0			3 4 48, 5020	+ 0, 0020
1393	16 26, 5	12, 05	21, 01	21, 62	16 26, 5002	+ 0, 0002
2089	28 4, 5	11, 5			28 4, 4973	— 0, 0027
2787	39 44, 5	11, 0	21, 12	21, 67	39 44, 4995	— 0, 0005
3485	51 24, 5	10, 55			51 24, 5011	+ 0, 0011
4182	4 3 3, 5	10, 0	21, 18	21, 73	4 3 3, 4995	— 0, 0005
4880	14 43, 5	9, 55			14 43, 5002	+ 0, 0002
5578	26 23, 5	9, 0	21, 24	21, 78	26 23, 5005	+ 0, 0005

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$59^R{,}342$	$20^0{,}96$	$21^0{,}46$	$21^0{,}78$	$20^0{,}90$	$21^0{,}62$
Ende	59, 336	21, 15	21, 51	21, 83	21, 35	21, 78
Mittel	59, 339	21,055	21,485	21,805	21,125	21, 70

Gemessene Länge . . . . $F - 5^L{,}3369$
Temperatur von $F = 21^0{,}20$ . . . . + 0, 1171
Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0014
Länge des Pendels . . . . $= F - 5{,}2184$

Schwingungszeit = $1''{,}00285755$ der Uhr = $1''{,}0001891$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440^L{,}8967 + 1{,}0004\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$- 0{,}0252 - 0{,}0001\,\varepsilon - 0{,}0265\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0493
— auf F	+ 5, 2184
Resultat des Versuchs . . . . $F =$	$446{,}0406 + 1{,}0003\,\varepsilon - 0{,}0265\,k'$

Versuch VI. *d.* Juli 6. 3^h 18′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $338,^L38$. Gang der Uhr = + 5,″ 824.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung 1,″00285324	Fehler
0	2^h 32′ 27,″ 5	$14,^L0$	$20,^o90$	$21,^o28$	2^h 32′ 27,″ 4999	− 0,″ 0001
697	44 6, 5	13, 2			44 6, 5001	+ 0, 0001
1395	55 46, 5	12, 65	20, 90	21, 23	55 46, 5020	+ 0, 0020
2092	3 7 25, 5	11, 95			3 7 25, 5001	+ 0, 0001
2789	19 4, 5	11, 4	20, 90	21, 23	19 4, 4972	− 0, 0028
3488	30 45, 5	10, 85			30 45, 4993	− 0, 0007
4187	42 26, 5	10, 25	20, 79	21, 17	42 26, 5004	+ 0, 0004
4886	54 7, 5	9, 8			54 7, 5007	+ 0, 0007
5585	4 5 48, 5	9, 2	20, 79	21, 17	4 5 48, 5004	+ 0, 0004

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$59,^R291$	$21,^o20$	$21,^o61$	$21,^o88$	$20,^o90$	$21,^o28$
Ende	59, 288	20, 96	21, 41	21, 68	20, 79	21, 23
Mittel	59, 2895	21, 08	21, 51	21, 78	20,845	21,255

Gemessene Länge	$F - 5,^L3325$
Temperatur von $F = 21,^o23$	+ 0, 1172
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	$= F - 5, 2139$

Schwingungszeit = 1,″ 00285324 der Uhr = 1,″ 0001824 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440,^L8908 + 1,0004\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-0,0254 - 0,0001\,\varepsilon - 0,0267\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	− 0, 0493
— auf F	+ 5, 2139
Resultat des Versuchs $F =$	$446,0300 + 1,0003\,\varepsilon - 0,0267\,k'$

Versuch VI. *e.* Juli 7. 3^h 53′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $336,^L 15$. Gang der Uhr = + $5,'' 579$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l′	l‴	Rechnung 1,″72526746	Fehler
100	2^h 56′ 18,″ 5343	$41,^L 7$	$19,^0 49$	$20,^0 39$	2^h 56′ 18,″ 5331	— 0,″ 0012
600	3 10 41, 1745	37, 4			3 10 41, 1795	+ 0, 0050
1100	25 3, 8256	33, 9	19, 49	20, 39	25 3, 8234	— 0, 0022
1600	39 26, 4669	30, 6			39 26, 4654	— 0, 0015
2100	53 49, 1003	27, 9	19, 49	20, 38	53 49, 1060	+ 0, 0057
2600	4 8 11, 7555	25, 5			4 8 11, 7455	— 0, 0100
3100	22 34, 3834	23, 2	19, 49	20, 34	22 34, 3838	+ 0, 0004
3600	36 57, 0197	21, 4			36 57, 0214	+ 0, 0017
4100	51 19, 6565	19, 6	19, 53	20, 37	51 19, 6586	+ 0, 0021

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e′	e″	e‴	l′	l‴
Anfang	$58,^R 346$	$19,^0 73$	$20,^0 17$	$20,^0 38$	$19,^0 49$	$20,^0 39$
Ende	58, 332	19, 73	20, 07	20, 23	19, 55	20, 39
Mittel	58, 339	19, 73	20, 12	20,305	19, 52	20, 39

Gemessene Länge	*F* — $5,^L 2470$
Temperatur von *F* = $19,^0 86$	+ 0, 1097
Toise, Temperatur = 20, 23	864, 0393
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= *F* + 858, 9061

Schwingungszeit = 1,″ 72526746 der Uhr = 1,″ 7206679 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304,^L 8684$ + 2,9608 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0751 — 0,0002 ε — 0,0789 *k*
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2120
— auf *F*	— 858, 9061
Resultat des Versuchs *F* =	446, 0992 + 2,9606 ε — 0,0789 *k*

Versuch VI. *f.* Juli 8. 3^h 53′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $337{,}^L38$. Gang der Uhr = + $5{,}''305$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur			Rechnung $1{,}''72527352$	Fehler
		μ	l'	l'''		
120	2^h 56′ $3{,}''0359$	$40{,}^L6$	$18{,}^o68$	$19{,}^o63$	2^h 56′ $3{,}''0337$	— $0{,}''0022$
620	3 10 25, 6776	36, 6			3 10 25, 6818	+ 0, 0042
1120	24 48, 3253	33, 0	18, 78	19, 69	24 48, 3278	+ 0, 0025
1620	39 10, 9697	30, 0			39 10, 9722	+ 0, 0025
2120	53 33, 6263	27, 2	18, 91	19, 81	53 33, 6156	— 0, 0107
2620	4 7 56, 2558	24, 8			4 7 56, 2581	+ 0, 0023
3120	22 18, 9010	22, 7	19, 09	19, 91	22 18, 9000	— 0, 0010
3620	36 41, 5429	20, 8			36 41, 5415	— 0, 0014
4120	51 4, 1786	18, 9	19, 21	19, 95	51 4, 1824	+ 0, 0038

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$58{,}^R356$	$18{,}^o94$	$19{,}^o28$	$19{,}^o58$	$18{,}^o65$	$19{,}^o61$
Ende	58, 319	19, 24	19, 48	19, 78	19, 21	19, 95
Mittel	58, 3375	19, 09	19, 38	19, 68	18, 93	19, 78

Gemessene Länge . . . . . F —	$5{,}^L2469$
Temperatur von F = $19{,}^o19$ . . . . . +	0, 1060
Toise, Temperatur = 19, 56	864, 0326
Elasticität des Fadens . . . . . +	0, 0041
Länge des Pendels . . . . . = F +	858, 8958

Schwingungszeit = $1{,}''72527352$ der Uhr = $1{,}''7206684$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1304{,}^L8692$ + 2,9608 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0756 — 0,0002 ε — 0,0794 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 2120
— auf F	— 858, 8958
Resultat des Versuchs . . . . . F =	446, 1098 + 2,9606 ε — 0,0794 k

Versuch VI. *a'*. Juli 9. 3^h 56′ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer = $335^L,35$. Gang der Uhr = + $5'',113$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1'',7245\,8245$	Fehler
70	2^h 54′ 26″,7246	$38^L,7$	$18^0,79$	$19^0,90$	2^h 54′ 26″,7287	+ 0″,0041
570	3 8 49,0263	28,9			3 8 49,0278	+ 0,0015
1070	23 11,3236	21,9	19,06	19,95	23 11,3233	— 0,0003
1570	37 33,6158	16,9			37 33,6169	+ 0,0011
2070	51 55,9159	13,2	19,23	20,01	51 55,9095	— 0,0064
110	4 0 6,7078	38,9	19,25	20,06	4 0 6,7049	— 0,0029
610	14 29,0095	28,9			14 29,0055	— 0,0040
1110	28 51,3033	22,0	19,40	20,16	28 51,3022	— 0,0011
1610	43 13,5927	17,1			43 13,5971	+ 0,0044
2110	57 35,8877	13,3	19,66	20,34	57 35,8913	+ 0,0036

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68^R,398$	$19^0,04$	$19^0,48$	$19^0,93$	$18^0,76$	$19^0,89$
Ende	68,328	19,34	19,68	19,98	19,72	20,39
Mittel	68,363	19,19	19,58	19,955	19,24	20,14

Gemessene Länge	F — $6^L,1486$
Temperatur von $F = 19^0,32$	+ 0,1067
Toise, Temperatur = 19,80	864,0350
Elasticität des Fadens	+ 0,0041
Länge des Pendels	= F + 857,9972

Schwingungszeit = $1'',7245\,8245$ der Uhr = $1'',7199754$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303^L,8183$ + 2,9584 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0,2248 — 0,0005 ε — 0,2228 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0,6745
— auf F	— 857,9972
Resultat des Versuchs . . . F =	446,2708 + 2,9579 ε — 0,2228 k

Versuch VI. b'. Juli 10. 4^h 15′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $336^L_,08$. Gang der Uhr = + $5''_,524$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1''_,72458678$	Fehler
90	3^h 13′ $11''_,2156$	$39^L_,1$	$20^0_,23$	$21^0_,23$	3^h 13′ $11''_,2180$	+ $0''_,0024$
590	27 33, 5184	29, 1			27 33, 5207	+ 0, 0023
1090	41 55, 8223	22, 1	20, 23	21, 23	41 55, 8193	— 0, 0030
1590	56 18, 1188	17, 1			56 18, 1157	— 0, 0031
2090	4 10 40, 4094	13, 3	20, 23	21, 21	4 10 40, 4108	+ 0, 0014
120	19 52, 9599	38, 5	20, 23	21, 19	19 52, 9619	+ 0, 0020
620	34 15, 2705	28, 8			34 15, 2643	— 0, 0062
1120	48 37, 5628	21, 8	20, 27	21, 17	48 37, 5627	— 0, 0001
1620	5 2 59, 8556	16, 9			5 2 59, 8590	+ 0, 0034
2120	17 22, 1532	13, 1	20, 32	21, 21	17 22, 1542	+ 0, 0010

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68^R_,419$	$20^0_,52$	$21^0_,06$	$21^0_,23$	$20^0_,23$	$21^0_,23$
Ende	68, 398	20, 47	20, 87	21, 13	20, 34	21, 23
Mittel	68, 4085	20,495	20,965	21, 18	20,285	21, 23

Gemessene Länge ...... F —	$6^L_,1527$
Temperatur von $F = 20^0_,65$ ...... +	0, 1140
Toise, Temperatur = 21, 09	864, 0480
Elasticität des Fadens ...... +	0, 0041
Länge des Pendels ...... = F +	858, 0134

Schwingungszeit = $1''_,72458678$ der Uhr = $1''_,7199878$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303^L_,8371$ + 2,9584 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 2245 — 0,0005 ε — 0,2225 k
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6745
— auf F	— 858, 0134
Resultat des Versuchs ...... F =	446, 2737 + 2,9579 ε — 0,2225 k

Versuch VI. *c'*. Juli 11. $3^h\,26'$ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = $338{,}^L29$. Gang der Uhr = + $5{,}''256$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1{,}''00258761$	Fehler
0	$2^h\ 47'\ 53{,}''5$	$14{,}^L25$	$16{,}^o96$	$17{,}^o33$	$2^h\ 47'\ 53{,}''5015$	+ $0{,}''0015$
768	3 0 43, 5	11, 9			3 0 43, 4999	— 0, 0001
1538	13 35, 5	10, 1	16, 96	17, 39	13 35, 5001	+ 0, 0001
2308	26 27, 5	8, 65			26 27, 4983	— 0, 0017
3079	39 20, 5	7, 35	17, 07	17, 50	39 20, 4977	— 0, 0023
3852	52 15, 5	5, 95			52 15, 5012	+ 0, 0012
4624	4 5 9, 5	5, 25	17, 13	17, 67	4 5 9, 5014	+ 0, 0014

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	*e'*	*e''*	*e'''*	*l'*	*l''*
Anfang	$62{,}^R583$	$17{,}^o25$	$17{,}^o58$	$18{,}^o18$	$16{,}^o96$	$17{,}^o33$
Ende	62, 557	17, 30	17, 58	18, 13	17, 07	17, 67
Mittel	62, 570	17,275	17, 58	18,155	17,015	17, 50

Gemessene Länge . . . . *F* — $5{,}^L6275$
Temperatur von *F* = $17{,}^o38$ . . . . + 0, 0960
Elasticität des Fadens . . . . + 0, 0014
Länge des Pendels . . . . = *F* — 5, 5301

Schwingungszeit = $1{,}''00258761$ der Uhr = $0{,}''9999109$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440{,}^L6515$ + 0,9998 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 0773 — 0,0002 ε — 0,0766 *k'*
— auf das zusammengesetzte Pendel	— 0, 0294
— auf *F*	+ 5, 5301
Resultat des Versuchs . . . . *F* =	446, 0749 + 0,9996 ε — 0,0766 *k'*

Versuch VI. d'. Juli 12. $3^h\,40'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer $= 335{,}^L32$. Gang der Uhr $= + 5{,}''090$.

Beobachtete Coincidenzen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l''	Rechnung $1{,}''00259033$	Fehler
0	$3^h\ 1'\ 25{,}''5$	$12{,}^L9$	$17{,}^\circ92$	$18{,}^\circ28$	$3^h\ 1'\ 25{,}''5003$	$+ 0{,}''0003$
769	14 16, 5	10, 95			14 16, 5012	+ 0, 0012
1538	27 7, 5	9, 15	17, 97	18, 44	27 7, 4995	— 0, 0005
2308	39 59, 5	7, 85			39 59, 4986	— 0, 0014
3079	52 52, 5	6, 85	18, 09	18, 56	52 52, 4994	— 0, 0006
3850	4 5 45, 5	5, 85			4 5 45, 4995	— 0, 0005
4622	18 39, 5	4, 9	18, 14	18, 72	18 39, 5016	+ 0, 0016

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l''
Anfang	$62{,}^R508$	$17{,}^\circ95$	$18{,}^\circ43$	$18{,}^\circ78$	$17{,}^\circ92$	$18{,}^\circ28$
Ende	62, 515	18, 15	18, 48	18, 78	18, 25	18, 78
Mittel	62, 5115	18, 05	18,455	18, 78	18,085	18, 53

Gemessene Länge	$F - 5{,}^L6223$
Temperatur von $F = 18{,}^\circ19$	+ 0, 1004
Elasticität des Fadens	+ 0, 0014
Länge des Pendels	$= F - 5{,}5205$

Schwingungszeit $= 1{,}''00259033$ der Uhr $= 0{,}''9999117$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$440{,}^L6522 + 0{,}9998\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$- 0{,}0763 - 0{,}0002\,\varepsilon - 0{,}0756\,k'$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$- 0{,}0294$
— auf F	$+ 5{,}5205$
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}0670 + 0{,}9996\,\varepsilon - 0{,}0756\,k'$

Versuch VI. *e'.* Juli 13. $4^h\,24'$ St. Z.

Fühlhebel rechts. Barometer $= 334{,}^L15$. Gang der Uhr $= + 4{,}''920$.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	l'	l'''	Rechnung $1{,}''72456746$	Fehler
110	3^h 18' 40,"6895	$38{,}^L7$	$18{,}^0 09$	$19{,}^0 09$	3^h 18' 40,"6891	— 0,"0004
610	33 2,9770	29,0			33 2,9822	+ 0,0052
1110	47 25,2733	22,0	18,09	19,05	47 25,2713	— 0,0020
1610	4 1 47,5529	16,9			4 1 47,5581	+ 0,0052
2110	16 9,8517	13,2	18,09	19,01	16 9,8436	— 0,0081
120	31 30,9470	37,7	18,09	18,99	31 30,9451	— 0,0019
620	45 53,2431	28,0			45 53,2374	— 0,0057
1120	5 0 15,5201	21,5	18,09	18,95	5 0 15,5260	+ 0,0059
1620	14 37,8150	16,7			14 37,8125	— 0,0025
2120	29 0,0936	12,9	18,09	18,95	29 0,0978	+ 0,0042

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	e'	e''	e'''	l'	l'''
Anfang	$68{,}^R466$	$18{,}^0 45$	$18{,}^0 98$	$19{,}^0 18$	$18{,}^0 09$	$19{,}^0 11$
Ende	68,385	18,25	18,68	18,98	18,09	18,95
Mittel	68,4255	18,35	18,83	19,08	18,09	19,03

Gemessene Länge	F —	$6{,}^L1541$
Temperatur von $F = 18{,}^0 51$	+	0,1022
Toise, Temperatur $= 18{,}98$		864,0267
Elasticität des Fadens	+	0,0041
Länge des Pendels	$= F +$	857,9789

Schwingungszeit $= 1{,}''72456746$ der Uhr $= 1{,}''7199567$ M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	$1303{,}^L7900 + 2{,}9583\,\varepsilon$
Reduction auf den leeren Raum	$-\ 0{,}2249 - 0{,}0005\,\varepsilon - 0{,}2229\,k$
— auf das zusammengesetzte Pendel	$+\ 0{,}6745$
— auf F	$-\ 857{,}9789$
Resultat des Versuchs $F =$	$446{,}2607 + 2{,}9578\,\varepsilon - 0{,}2229\,k$

Versuch VI. *f*. Juli 14. 4h 21′ St. Z.

Fühlhebel links. Barometer = 335,L76. Gang der Uhr = + 4,″831.

Reducirte Mittel der Beobachtungen		Schwingungsweite und Temperatur μ	*l′*	*l‴*	Rechnung 1,″72456268	Fehler
80	3h 18′ 48,″9836	38,L8	16,°39	17,°19	3h 18′ 49,″9845	+ 0,″0009
580	33 11, 2754	29, 0			33 11, 2745	— 0, 0009
1080	47 33, 5589	22, 0	16, 39	17, 22	47 33, 5606	+ 0, 0017
1580	4 1 55, 8448	16, 9			4 1 55, 8444	— 0, 0004
2080	16 18, 1284	13, 1	16, 39	17, 22	16 18, 1271	— 0, 0013
120	25 43, 9436	38, 2	16, 39	17, 22	25 43, 9444	+ 0, 0008
620	40 6, 2393	28, 5			40 6, 2343	— 0, 0050
1120	54 28, 5157	21, 5	16, 49	17, 27	54 28, 5204	+ 0, 0047
1620	5 8 50, 8064	16, 6			5 8 50, 8047	— 0, 0017
2120	23 13, 0869	12, 9	16, 75	17, 32	23 13, 0881	+ 0, 0012

Messung der Länge des Pendels.

	Schraube des Fühlhebels	*e′*	*e″*	*e‴*	*l′*	*l‴*
Anfang	68,R396	16,°55	16,°79	17,°18	16,°39	17,°17
Ende	68, 433	16, 65	16, 89	17, 18	16, 79	17, 33
Mittel	68, 4145	16, 60	16, 84	17, 18	16, 59	17, 25

Gemessene Länge	*F* — 6,L1532
Temperatur von *F* = 16,°68	+ 0, 0921
Toise, Temperatur = 17, 04	864, 0072
Elasticität des Fadens	+ 0, 0041
Länge des Pendels	= *F* + 857, 9502

Schwingungszeit = 1,″72456268 der Uhr = 1,″7199500 M. Z.

Entsprechende Länge des einfachen Pendels	1303,L7798 + 2,9583 ε
Reduction auf den leeren Raum	— 0, 2272 — 0,0005 ε — 0,2252 *k*
— auf das zusammengesetzte Pendel	+ 0, 6745
— auf *F*	— 857, 9502
Resultat des Versuchs *F* =	446, 2769 + 2,9578 ε — 0,2252 *k*



Einige Bemerkungen zu den Mitteln, algebraische Gleichungen näherungsweise aufzulösen.

Von
Hrn. CRELLE.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 4. Juni 1835.]

Zwar sind in der neueren Zeit, seit Lagrange, die Mittel, algebraische Gleichungen näherungsweise aufzulösen, insbesondere durch die Arbeiten Fourier's, sehr vervollkommnet worden. Da indessen der Gegenstand, wenigstens theoretisch, noch nicht erschöpft ist, so wird mir vielleicht erlaubt sein, einige dahin gehörigen Bemerkungen und Sätze, auf welche ich gelegentlich gekommen bin, hier mitzutheilen.

Die Gelegenheit und den Anlafs, über die approximative Auflösung der algebraischen Gleichungen neuerdings einige Untersuchungen anzustellen, gab mir ein Aufsatz des Gymnasial-Lehrers Hrn. N. W. Schulze zu Rudolstadt, der sich in dem *Journale der Mathematik*, welches ich herausgebe, im 3ten Hefte des 13ten Bandes, abgedruckt befindet. Der Verfasser schlägt vor, eine cubische Gleichung, wie $x^3 = ax + b$, näherungsweise dadurch aufzulösen, dafs man, durch Verbindung derselben mit einer anderen, willkührlich gesetzten Gleichung $(x-p)^m = 0$, oder, beispielsweise, $(x-p)^3 = 0$, wo p schon dem Werthe von x nahe kommen mufs, die verschiedenen Potenzen von x, bis auf die erste, wegschafft und aus dem Resultate, mit der ersten Potenz von x allein, x nimmt; welches dann ein Näherungswerth von x sei. Hr. Schulze verfolgt in seiner Abhandlung diesen Gedanken in Beziehung auf Gleichungen nicht weiter und nicht in's Allgemeine; noch giebt er den Beweis, dafs das gefundene x dem Werthe dieser Gröfse näher komme als p, sondern wendet sein Verfahren nur noch insbesondere auf die Quadratur einiger Curven an.

Nachdem ich nun über die Wirkung des vorgeschlagenen Verfahrens auf die Auflösung der Gleichungen, welches Verfahren an sich mit demjenigen übereinkommt, dessen sich Euler zu einem anderen Zwecke, nämlich bei der Zerlegung von Brüchen, deren Zähler und Nenner rationale Polynome sind, bedient hat, weiter nachgesonnen, bin ich auf Dasjenige gekommen, was ich hier vortragen will.

1.

Zuerst ist zu bemerken, dafs sich bei der Aufgabe, eine aufzulösende algebraische Gleichung mit rationalen Coefficienten, die also auch immer ganzzahlig angenommen werden können, wie

$$1. \qquad \alpha_0 + \alpha_1 v + \alpha_2 v^2 + \alpha_3 v^3 \ldots + \alpha_m v^m = y = 0$$

mit der Hülfsgleichung

$$2. \qquad (v-p)^n = 0,$$

wo p dem v nahe kommt, durch Wegschaffung aller Potenzen von v, bis auf die erste, zu verbinden, die Rechnung vereinfachen läfst, wenn man

$$3. \qquad v = p + x$$

setzt. Die gegebene, aufzulösende Gleichung wird sich dadurch in

$$4. \qquad a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 \ldots a_m x^m = y = fx = 0$$

verwandeln, wo nun x sehr klein ist, und wo die Coefficienten a_0, a_1, $a_2 \ldots a_m$ ebenfalls als ganze Zahlen betrachtet werden können, die Hülfsgleichung aber in

$$5. \qquad x^n = 0;$$

und es ist nun schon vorauszusehen, dafs der Werth von x, den man erhält, wenn man zwischen den beiden Gleichungen alle Potenzen von x, bis auf die erste, wegschafft, denjenigen Grad der Näherung besitzen werde, der entsteht, wenn man aus der Rechnung nicht etwa x, x^2, $x^3 \ldots$, sondern erst höhere Potenzen des sehr kleinen x wegläfst.

Bezeichnet man das Polynom der gegebenen Gleichung (1.), weil $v = p + x$ gesetzt worden, durch $f(p+x)$, so ist die Gleichung (1.) folgende:

$$6. \qquad f(p+x) = fp + x\,dfp + \frac{x^2}{2} d^2 fp \ldots + \alpha_m x^m = 0;$$

also ist, mit (4.) verglichen,

$$7. \quad a_0 = fp,\ a_1 = dfp,\ a_2 = \tfrac{1}{2} d^2 fp,\ a_3 = \tfrac{1}{2 \cdot 3} d^3 fp \ldots,\ a_m = \alpha_m.$$

Stellt man sich nun die Curve vor, deren Abcissen $v=p+x$ und deren Ordinaten $f(p+x)$ sind, so ist, in so fern p dem v nahe kommt, oder x sehr klein ist, der erste Näherungs-Werth von x (der Newton'sche), von welchem auch Fourier ausgeht, gleich der Subtangente für die Ordinate fp; also $=-\frac{fp}{dfp}=-\frac{a_0}{a_1}$ (7.). Diesen Näherungs-Werth erhält man auch aus der Gleichung (4.), wenn man darin alle Potenzen von x, bis auf die erste, als Null betrachtet; denn alsdann giebt die Gleichung (4.) $a_0+a_1x=0$; woraus ebenfalls $x=-\frac{a_0}{a_1}$ folgt. Es ist also einstweilen wahrscheinlich, dafs der Näherungs-Werth, den man hier erhält, wenn nicht alle Potenzen von x, bis auf die erste, sondern nur erst höhere Potenzen vernachlässigt werden, im allgemeinen dem genauen Werthe von x näher kommen werde, als der Newton'sche, so dafs also die Verbindung der gegebenen Gleichung mit der zugezogenen Hülfsgleichung möglicherweise wirklich eine Verstärkung der Approximation zur Folge haben kann.

2.

Die Elimination der verschiedenen Potenzen von v, bis auf die erste, zwischen den beiden Gleichungen (1.) und (2.), oder von x zwischen den beiden Gleichungen (4.) und (5.), kann nun auf verschiedene Weise geschehen.

Die erste Art, welche sich zunächst darbietet, und deren sich auch der Verfasser des oben genannten Aufsatzes in seinem Beispiele, so wie Euler bei der angezeigten Gelegenheit bedient, ist: dafs man, je nachdem $n>m$ oder $m>n$ ist, die eine oder die andere Gleichung durch Multiplication mit v^{n-m} oder v^{m-n} zu dem Grade der anderen erhebt, darauf die höchste Potenz von v zwischen den beiden Gleichungen wegschafft, also so eine erste Gleichung darstellt, die um einen Grad niedriger ist; hierauf diese Gleichung wieder durch Multiplication mit v zu dem ursprünglichen Grade erhebt, zwischen dem Resultate und einer der ursprünglichen Gleichungen wiederum die höchste Potenz eliminirt, also eine zweite Gleichung darstellt, die um 1 Grad niedriger ist; darauf zwischen den beiden um 1 Grad niedrigeren Gleichungen die höchste Potenz von v wegschafft, und so eine Gleichung darstellt, die um 2 Grade niedriger ist als diejenige unter den ursprünglichen Gleichungen, die den höheren Grad hat; sodann mit dieser Gleichung auf ähnliche Weise, und so weiter verfährt, bis man zu einer Gleichung gelangt

ist, die blofs noch die erste Potenz von v enthält, und aus welcher dann v genommen wird.

3.

Ein zweites Verfahren, aus näherer Betrachtung des ersten sich ergebend, ist eigentlich das erste selbst; nur in anderer Form.

Es läfst sich nämlich nicht eigentlich sagen, dafs neben der gegebenen Gleichung $y = 0$ die Hülfsgleichung $x^n = 0$ selbst stattfinde und gesetzt werden könne; denn diese beiden Gleichungen können niemals einen und denselben Werth von x geben, wenn anders nicht das erste Glied a_0 des Polynoms y Null ist. Die Hülfsgleichung giebt vielmehr immer $x = 0$: in der Gleichung $y = 0$ kann dagegen x nicht Null sein, aufser in dem besonderen Falle $a_0 = 0$. Das Hinzutreten der Hülfsgleichung kann daher eigentlich nur auf die Weise geschehen, dafs man setzt: nicht $y = 0$ und $x^n = 0$, sondern $y = x^n$; und daraus würde allerdings, in so fern x sehr klein ist, ein Werth x_1 von x, der demjenigen, für welchen $fx = 0$ ist, nahe kommt, genommen werden können. Denn, wenn x sehr klein ist, so ist das Polynom y für einen dem x nahe kommenden Werth x_1, der also ebenfalls sehr klein ist, eben deshalb weil x_1 dem x nahe kommt, nur eine kleine Gröfse. Aber auch x_1^n ist dann nur eine kleine Gröfse, und folglich kann allerdings $fx_1 = x_1^n$ sein und gesetzt werden, und das x_1, welches daraus folgt, wird dem x, für welches $fx = 0$ ist, nahe kommen. Da aber, wenn man $y = x^n$ setzt, nicht nothwendig eine Gleichung vom ersten Grade entsteht, aus welcher man x nehmen könnte, sondern, in so fern n und m gröfsere Zahlen sind, eine Gleichung höheren Grades entstehen kann: so würde die Voraussetzung $y = x^n$ nicht zum Ziele führen. Um dieses Ziel zu erreichen, nämlich, um eine Gleichung vom ersten Grade zu bekommen, aus welcher sich ohne weiteres x nehmen lasse, mufs man daher vielmehr, etwa das Verfahren Euler's bei der Elimination nachahmend, erst y und x^n mit Polynomen von x multipliciren, die so viele unbestimmte Coefficienten enthalten, dafs zur Bestimmung derselben die Coefficienten aller Potenzen von x in den Producten, bis auf den der ersten Potenz, einzeln gleich Null gesetzt werden können. Bei dem Eulerschen Eliminations-Verfahren müssen die Multiplicatoren so viele unbestimmte Coefficienten enthalten, dafs die Coefficienten aller Potenzen von x, ohne Ausnahme, gleich Null gesetzt werden können;

hier also ist ein unbestimmter Coefficient weniger nöthig. Man mufs daher, wenn die beiden Multiplicatoren durch ${}^{s}V$ und ${}^{\sigma}U$ bezeichnet werden, wo die Zeiger s und σ die Exponenten der höchsten Potenzen von x in V und U bedeuten:

$$8. \qquad {}^{s}V^{m} \cdot y - {}^{\sigma}U \cdot x^{n} = 0$$

setzen. Damit in dieser Gleichung die Coefficienten der verschiedenen Potenzen von x, bis auf diejenigen der ersten Potenz, gleich Null gesetzt werden können, mufs zunächst

$$9. \qquad m+s = n+\sigma$$

sein. Alsdann haben die beiden Producte jedes $m+s+1$ Glieder. Dem Gliede mit der höchsten Potenz von x kann man immer den Coefficienten 1 geben; und das Glied mit der ersten Potenz von x, nebst dem Gliede ohne x, sollen übrig bleiben, damit eine Gleichung vom ersten Grade entstehe, aus welcher man x nehmen könne. Also müssen noch $m+s+1-3 = m+s-2$ Glieder zur Bestimmung der Coefficienten in den Multiplicatoren U und V vorhanden sein. Die Multiplicatoren haben aber, die ersten Glieder ausgenommen, deren Coefficienten $=1$ gesetzt werden, zusammen $s+\sigma$ Glieder, und folglich $s+\sigma$ unbestimmte Coefficienten. Also mufs

$$10. \qquad m+s-2 = s+\sigma$$

sein, woraus

$$11. \qquad \sigma = m-2,$$

und nun vorige (9.) $m+s = n+m-2$, also

$$12. \qquad s = n-2$$

folgt. Man mufs also setzen:

$$13. \qquad {}^{n-2}V \cdot {}^{m}y - {}^{m-2}U \cdot x^{n} = 0,$$

und aus dieser Gleichung kann x mittelst einer Gleichung des ersten Grades genommen werden, wenn man die in der Gleichung enthaltenen unbestimmten Coefficienten so bestimmt, dafs alle Glieder, etwa bis auf die zwei letzten, nämlich die beiden mit x allein und ohne x, für jeden Werth von x verschwinden, so dafs nur diese beiden letzten Glieder übrig bleiben, die dann das Polynom einer Gleichung ersten Grades geben. Der hieraus folgende Werth x_1 von x kann, in so fern dasjenige x, für welches $y=0$, sehr klein ist, diesem x nahe kommen, weil, wenn x_1 dem x nahe kommt, $y=fx_1$ und x_1^n beide zugleich sehr klein sind, so dafs also umgekehrt aus der

Gleichung (13.) ein Werth x_1 von x folgen kann, der dem wahren Werthe von x nahe kommt. Dafs es wirklich geschehe, kann sich erst weiter unten zeigen.

Zu bemerken ist, dafs, sobald $n > 1$, die Coefficienten des Multiplicators U, wenn man x aus derjenigen Gleichung ersten Grades nimmt, welche die zwei letzten Glieder von $Vy - Ux^n$ bilden, gar nicht zu entwickeln nöthig sind, sondern nur diejenigen des Multiplicators V; denn einestheils kommen die Coefficienten von U, sobald $n > 1$ ist, in den zwei letzten Gliedern von $Vy - Ux^n$, aus welchen x genommen werden soll, gar nicht vor, weil die niedrigste Potenz von x in Ux^n, x^n, also höher als die erste ist: anderntheils reichen auch die übrigen Glieder, welche ebenfalls die Coefficienten von U nicht enthalten, gerade zur Bestimmung der Coefficienten von V hin; denn diese Glieder sind diejenigen mit x^{n-1}, x^{n-2}, $x^{n-3} \ldots . x^2$, deren Zahl also $n-2$ ist: und gerade so viele Coefficienten hat V; die auch alle in jenen Gliedern vorkommen. Dadurch wird denn die Rechnung bedeutend abgekürzt.

Nun geschieht bei dem Verfahren (§. 2.) durch das successive Multipliciren mit x, um allmälig die verschiedenen Potenzen von x wegzuschaffen, im Ganzen nichts anderes, als dafs Multiplicatoren eingeführt werden, welche nothwendig gerade die vorigen V und U sein müssen, weil durch jenes Verfahren und die gegenwärtigen Multiplicatoren genau das Nämliche erzielt wird. Das gegenwärtige Verfahren ist also im wesentlichen das vorige; nur in anderer und zwar evidenterer Form.

4.

Eine dritte Art, vermittelst Verbindung der beiden Gleichungen $y = 0$ und $x^n = 0$ zu derjenigen Gleichung ersten Grades zu gelangen, aus welcher bei dem vorigen Verfahren der Näherungswerth x_1 von x genommen werden soll, ist folgende.

Man dividire nämlich die beiden Polynome ${}^m y$ und x^n mit einander: dieses mit jenem, oder jenes mit diesem, je nachdem $n > m$ oder $m > n$ ist. Der Rest der Division wird um wenigstens einen Grad niedriger sein, als der Divisor. Man dividire ferner den Divisor durch den Rest. Der zweite Rest wird um einen Grad niedriger sein als der erste. Man dividire darauf

den ersten Rest durch den zweiten, und fahre so fort, wie, wenn man den Bruch $\frac{y}{x^n}$ oder $\frac{x^n}{y}$ in einen Kettenbruch verwandeln wollte: so wird man zuletzt nothwendig auf einen Rest kommen, der x nur noch in der ersten Potenz enthält. Diesen Rest setze man gleich Null: so wird auf diese Weise die nämliche Gleichung ersten Grades hervorgehen, zu welcher das obige Eliminations-Verfahren führt, und man kann also den Werth von x, welchen jenes Verfahren giebt, daraus nehmen.

Dafs sich dies so verhält, folgt aus dem in §. 20. meiner Abhandlung über die Zerlegung der algebraischen polynomialen Brüche (*Journal der Math.,* Bd. 10. S. 55. seq.) von denselben bewiesenen Satze. Zufolge desselben kommt nämlich den Kettenbrüchen von Polynomen eine ähnliche Eigenschaft zu, wie denen von Zahlen. Wenn man nämlich den Bruch zweier Polynome, hier z. B. $\frac{x^n}{y}$, in einen Kettenbruch verwandelt, bei dem Rest R stehen bleibt, darauf diesen Rest $=0$ setzt, und denjenigen Bruch, in welchem $R=0$ gesetzt worden, etwa durch $\frac{V}{U}$ bezeichnet: so ist der Zähler des Bruchs, der dem Unterschiede der beiden Brüche $\frac{x^n}{y}$ und $\frac{V}{U}$ gleich kommt, R, der Nenner desselben yU, das heifst, es ist

$$14. \qquad \frac{x^n}{y} - \frac{V}{U} = \frac{R}{yU},$$

woraus

$$15. \qquad x^n U - yV = R$$

folgt. Giebt man also x denjenigen Werth, der der Gleichung $R=0$ Genüge thut, so wird es der nämliche sein, welcher der Gleichung

$$16. \qquad x^n U - yV = 0$$

entspricht, das heifst: der Werth von x, auf welchen das Divisions-Verfahren des gegenwärtigen Paragraphs auf die Weise führt, dafs man bis zum Reste R von der ersten Ordnung geht, wird sich auch finden lassen, wenn man x^n und y mit zwei Polynomen U und V multiplicirt, die Coefficienten derselben so bestimmt, dafs sie in allen Gliedern, etwa bis auf die beiden letzten, jedem beliebigen Werthe von x entsprechen, und darauf aus der Gleichung ersten Grades, die die beiden letzten Glieder zusammen bilden, x nimmt: ganz wie es bei dem Verfahren des vorigen Paragraphs geschieht. Es zeigt sich nämlich, dafs man, wenn man den Rest R ersten Grades, den die Ketten-Division giebt, ohne dieselbe finden wollte, die Polynome y und x^n mit den Polynomen V und U multipliciren müfste, die zusammen so viele unbestimmte

Coefficienten enthalten, als nöthig ist, damit, nachdem sie unter der Bedingung der Willkürlichkeit von x bestimmt worden sind, von der Gröfse $x^n U - y V$ blofs eine Gröfse R vom ersten Grade übrig bleibe, die alsdann, um den besonderen Werth von x, den man sucht, zu finden, gleich Null gesetzt werden soll; welches ganz das Nämliche ist, was im vorigen Paragraph geschah, so dafs also die beiden Verfahren, das des vorigen und das des gegenwärtigen Paragraphs, nothwendig das Nämliche geben müssen.

5.

Es läfst sich die Rechnung bei dem zweiten Verfahren auch auf folgende Weise abkürzen; was, wenn man will, ein viertes Verfahren giebt.

Anstatt nämlich in der Gleichung (13.), die so viel ist als

$$17. \qquad {}^{n-2}V \cdot {}^{m}y = {}^{m-2}U \cdot x^n,$$

die Multiplication beider Gröfsen y und x^n mit den Polynomen V und U erst auszuführen, multiplicire man blofs x^n mit dem Polynom U, und dividire darauf das Product durch y: so wird ein Rest bleiben, der um einen Grad niedriger als y, also vom Grade $m-1$ ist, und folglich m Glieder hat. Dieser Rest wird blofs die $m-2$ unbestimmten Coefficienten des Polynoms ${}^{m-2}U$ enthalten, weil keine anderen unbestimmten Coefficienten in Rechnung gebracht worden sind. Sucht man nun diese $m-2$ Coefficienten aus den $m-2$ ersten Gliedern des Restes, auf die Weise, dafs man die Coefficienten dieser Glieder einzeln gleich Null setzt: so werden zwei Glieder, das eine mit x in der ersten Potenz, das andere ohne x, übrig bleiben, die also zusammen eine Gleichung ersten Grades ausmachen, aus welcher x genommen werden kann. Es sind folglich hier, statt der sämmtlichen $m+n-4$ unbestimmten Coefficienten der beiden Polynome V und U, jetzt blofs die $m-2$ Coefficienten des Polynoms U zu berechnen nöthig; so dafs diese Rechnung kürzer ist.

Dafs das gegenwärtige Verfahren das Nämliche geben müsse, wie dasjenige (§. 3.), erhellet wie folgt. Man setze nämlich, die Gröfse Ux^n gebe, mit y dividirt,

$$18. \qquad \frac{Ux^n}{y} = S + \frac{R}{y}:$$

so folgt daraus:

$$19. \qquad Ux^n = Sy + R = Vy \; (17.),$$

und es mufs also $R = 0$ gesetzt und daraus x genommen werden, wenn das Nämliche gefunden werden soll, wie, wenn $Ux^n = Vy$ gesetzt wird. Dieses geschieht aber in der That, indem die Coefficienten der einzelnen Glieder von R, bis auf die zwei letzten, für jeden Werth von x zum Verschwinden gebracht werden, aus den beiden letzten Gliedern aber, dieselben zusammen gleich Null gesetzt, x genommen wird, so dafs der gesammte Rest R Null ist.

6.

Die sämmtlichen bis hierher beschriebenen Verfahren, den Werth von x zu finden, welcher der gegebenen und der Hülfsgleichung zugleich, oder vielmehr der Gleichung $Vy = Ux^n$ (13.) ein Genüge thut, erfordern aber nicht allein viel Rechnung, sobald der Grad der gegebenen Gleichung etwas hoch ist, sondern sie machen es auch nicht deutlich sichtbar, auf welche Weise die Näherungs-Werthe von x weiter rücken, so wie der willkürliche Grad der Hülfsgleichung höher steigt. Folgendes fünfte Verfahren thut das letztere, und ist zugleich an sich selbst einfacher.

Man darf nämlich blofs irgend eine, z. B. von x unabhängige Gröfse, z. B. die einfachste von allen, 1, durch das Polynom y der gegebenen Gleichung dividiren, und zwar so, dafs der Quotient nach steigenden Potenzen von x fortschreitet: so geben die Quotienten der Coefficienten je zwei auf einander folgender Glieder jenes Quotienten die verlangten Werthe von x für jeden beliebigen Exponenten n der Hülfsgröfse x^n, bis ins Unendliche. Es sei nämlich:

$$20. \qquad \frac{1}{y} = p_0 + p_1 x + p_2 x^2 + p_3 x^3 + p_4 x^4 \ldots\ldots$$

so ist näherungsweise allgemein derjenige Werth von x, der der Gleichung $Vy = Ux^n$ entspricht, immer vorausgesetzt, dafs x für $y = 0$ sehr klein sei,

$$21. \qquad x_n = \frac{p_{n-1}}{p_n},$$

für jeden beliebigen positiven ganzzahligen Werth von n.

Um diesen, seiner Einfachheit wegen merkwürdigen Satz zu übersehen, erwäge man zuerst, dafs, wenn, für $y = 0$, x sehr klein ist, auch x^n eine sehr kleine Gröfse sein wird, und um so kleiner, je gröfser n angenommen wird. Umgekehrt wird, wenn $x^{\frac{1}{n}}$, also auch x, irgend eine Gröfse $\overset{1}{x}$

ist, die, ohne dem kleinen x, welches der Gleichung $y = 0$ ein Genüge thut, gleich zu sein, sehr klein ist, für sie $y = f\overset{1}{x}$ ebenfalls nur sehr klein sein. Setzt man daher in irgend einer Gleichung, in welcher y und x^n zugleich vorkommen, diese beiden Gröſsen willkürlich zugleich Null, und zwar auf die Weise, daſs man nur die Glieder, welche y und x^n zu Factoren haben, als Nullen, wegläſst, ohne gleichwohl alle übrigen x, in niedrigeren Potenzen als n, wie es vermöge $x^n = 0$ strenge genommen sein müſste, zu streichen (was allerdings nur näherungsweise angeht, weil $x^n = 0$ oder $x = 0$ der Gleichung $y = 0$ nicht zugleich Genüge thut): so wird derjenige Werth von x, der aus der auf diese Weise übrig bleibenden Gleichung folgt, zwar allerdings dasjenige x nicht sein, welches der Gleichung $y = 0$ Genüge thut, noch auch dasjenige x, welches die Gleichung $x^n = 0$ erfüllt, nämlich Null; aber es wird beiden Werthen nahe kommen, und zwar um so näher, je weniger die willkürliche Voraussetzung, daſs y und x^n für irgend einen Werth von x zugleich Null seien, von der Wahrheit abweicht, das heiſst, je kleiner x und je gröſser n ist. Das Verfahren würde im allgemeinen, für beliebig groſse Werthe von x, allerdings nur gänzlich unrichtige Resultate geben können, die, statt sich der Wahrheit zu nähern, nur mehr und mehr davon sich entfernen: allein unter der gegenwärtigen Bedingung, daſs das x, welches der Gleichung $y = 0$ Genüge thut, sehr klein sei, ist es anders, und das Verfahren ist allerdings zuläſslich und wird der Wahrheit um so näher führen, je kleiner x und je gröſser n ist.

Dieses vorausgeschickt, bezeichne man nun den Anfang des Quotienten in (20.), bis zur Potenz $n-2$ von x, durch Q, den Rest aber, der, nachdem man mit der Division von 1 durch y bis zum Gliede mit x^{n-1} gegangen ist, übrig bleibt, und der, wie leicht zu sehen, x^n zum Factor aller Glieder haben wird, deren Zahl um 1 geringer ist als die Zahl der Glieder des Divisors y, also jedenfalls endlich sein wird, durch $R_1 x^n$, so ist

$$22. \qquad \frac{1}{y} = Q + p_{n-1}x^{n-1} + \frac{R_1 x^n}{y}.$$

Geht man dagegen mit der Division noch um ein Glied weiter, und bezeichnet den alsdann bleibenden Rest, der nunmehr x^{n+1} zum Factor aller Glieder hat, durch $R_0 x^{n+1}$, so ist

$$23. \qquad \frac{1}{y} = Q + p_{n-1}x^{n-1} + p_n x^n + \frac{R_0 x^{n+1}}{y}.$$

Die Gleichungen (22.) und (23.) geben

$$24.\quad \begin{cases} 1 = Qy + yp_{n-1}x^{n-1} + P_1 x^n \quad \text{und} \\ 1 = Qy + yp_{n-1}x^{n-1} + yp_n x^n + R_0 x^{n+1}, \end{cases}$$

also auch

$$\frac{1-Qy}{1-Qy-yp_{n-1}x^{n-1}} = \frac{yp_{n-1}x^{n-1}+R_1 x^n}{yp_n \quad x^n \quad +R_0 x^{n+1}}, \text{ oder}$$

$$25.\quad x\cdot\frac{1-Qy}{1-Qy-yp_{n-1}x^{n-1}} = \frac{yp_{n-1}x^{n-1}+R_1 x^n}{yp_n \quad x^{n-1}+R_0 x^n}.$$

Setzt man nun in dieser Gleichung zuerst $x^n = 0$, ohne Rücksicht auf y, also y gleichsam unabhängig von x betrachtend, so fällt linkerhand kein Glied weg, weil x in Q nur bis auf die Potenz $n-2$ steigt: rechterhand dagegen fallen die Glieder $R_1 x^n$ und $R_0 x^n$ weg, weil R_1 und R_0 endliche Gröfsen sind. Also verwandelt sich die Gleichung (25.) in

$$26.\quad x\cdot\frac{1-Qy}{1-Qy-yp_{n-1}x^{n-1}} = \frac{yp_{n-1}x^{n-1}}{yp_n \quad x^{n-1}} = \frac{p_{n-1}}{p_n}.$$

Setzt man hierauf auch noch $y=0$, so giebt (26.)

$$27.\quad x_n = \frac{p_{n-1}}{p_n},$$

welches, wie es im Eingange dieses Paragraphs bemerkt, der der willkürlichen Annahme: $x^n = 0$ zugleich mit $y=0$, entsprechende, dem x für $y=0$ sich nähernde Werth von x ist, in so fern nämlich x sehr klein ist.

Dafs $\frac{p_{n-1}}{p_n}$ der nämliche Näherungswerth von x ist, den die vorigen Methoden geben, folgt daraus, dafs die willkürliche Annahme: x^n und y seien zugleich Null, auch der Gleichung $Vy = Ux^n$, aus welcher, bei dem vorigen Verfahren, die Näherungswerthe von x genommen wurden, Genüge thut. Das gegenwärtige Verfahren zeigt aber zugleich, dafs der Näherungswerth $\frac{p_{n-1}}{p_n}$ dem wahren Werthe von x um so näher kommen wird, je gröfser n ist, welches bei der vorigen Operation sich nicht ohne Weiteres offenbart, so dafs das gegenwärtige Verfahren, aufser wegen seiner grofsen Einfachheit, auch dieses Umstandes wegen vorzuziehen ist.

7.

Ehe wir weiter gehen, wird es nicht unangemessen sein, an einem Beispiele es sich zeigen zu lassen, dafs die Näherungs-Werthe von x, welche

die verschiedenen obigen Verfahren geben, in der That völlig ein und dieselben sind.

Es werde eine Gleichung vom 4ten Grade, also

$$28. \qquad a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + x^4 = 0$$

zum Beispiele genommen, und die Hülfsgröfse x^n sei vom fünften Grade: so ist

I. für das erste Verfahren (§. 2.), welches sogleich in der Form des zweiten genommen werden möge, $m = 4$, $n = 5$, also $s = 3$, $\sigma = 2$ (11 und 12). Folglich mufs man für U und V Polynome vom zweiten und dritten Grade mit unbestimmten Coefficienten setzen, so dafs also die Gleichung (13.) folgende ist:

$$29. \qquad (a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + x^4)(x^3 + \mu x^2 + \nu x + \varrho) \\ - x^5 (x^2 + \varkappa x + \lambda) = 0.$$

Dieses giebt

$$30. \left\{\begin{array}{l} x^7 + a_3 x^6 + a_2 x^5 \;\; + a_1 x^4 \;\; + a_0 x^3 \\ \quad + \mu x^6 \;\; + \mu a_3 x^5 + \mu a_2 x^4 + \mu a_1 x^3 + \mu a_0 x^2 \\ \qquad\qquad + \nu x^5 \qquad + \nu a_3 x^4 + \nu a_2 x^3 + \nu a_1 x^2 + \nu a_0 x \\ \qquad\qquad\qquad\qquad + \varrho x^4 \qquad + \varrho a_3 x^3 + \varrho a_2 x^2 + \varrho a_1 x + \varrho a_0 \\ - x^7 - \varkappa x^6 \;\; - \lambda x^5 = 0. \end{array}\right.$$

Folglich dienen zur Bestimmung der 5 unbestimmten Coefficienten μ, ν, ϱ, $\varkappa$, λ, die fünf Gleichungen

$$31. \left\{\begin{array}{l} a_3 + \mu - \varkappa = 0, \\ a_2 + \mu a_3 + \nu + \varrho - \lambda = 0, \\ a_1 + \mu a_2 + \nu a_3 + \varrho = 0, \\ a_0 + \mu a_1 + \nu a_2 + \varrho a_3 = 0, \\ \mu a_0 + \nu a_1 + \varrho a_2 = 0, \end{array}\right.$$

und die Gleichung ersten Grades, welche, nachdem man μ, ν, ϱ, gefunden hat, x giebt, ist

$$32. \qquad (\nu a_0 + \varrho a_1) x + \varrho a_0 = 0,$$

also

$$33. \qquad x = -\frac{\varrho a_0}{\nu a_0 + \varrho a_1}.$$

Da nur μ, ν, ϱ zu suchen nöthig sind, so kommen von den fünf Gleichungen (31.) nur die 3 letzten in Betracht. Sie geben zunächst

$$34. \begin{cases} a_1 a_3 - a_0 + \mu(a_2 a_3 - a_1) + \nu(a_3^2 - a_2) = 0 \text{ und} \\ a_1 a_2 + \mu(a_2^2 - a_0) + \nu(a_2 a_3 - a_1) = 0; \end{cases}$$

und hieraus folgt

$$a_1 a_3 (a_2^2 - a_0) - a_0 (a_2^2 - a_0) - a_1 a_2 (a_2 a_3 - a_1)$$
$$+ \nu[(a_3^2 - a_2)(a_2^2 - a_0) - (a_2 a_3 - a_1)(a_2 a_3 - a_1)] = 0, \text{ oder}$$
$$- a_1(a_0 a_3 - a_1 a_2) - a_0(a_2^2 - a_0) + \nu(a_0 a_2 - a_1^2 + 2 a_1 a_2 a_3 - a_2^3 - a_0 a_3^2) = 0;$$

also

$$35. \qquad \nu = \frac{a_0(a_2^2 - a_0) + a_1(a_0 a_3 - a_1 a_2)}{a_0 a_2 - a_1^2 + 2 a_1 a_2 a_3 - a_2^3 - a_0 a_3^2};$$

desgleichen

$$(a_1 a_3 - a_0)(a_2 a_3 - a_1) - a_1 a_2 (a_3^2 - a_2)$$
$$+ \mu[(a_2 a_3 - a_1)(a_2 a_3 - a_1) - (a_2^2 - a_0)(a_3^2 - a_2)] = 0, \text{ oder}$$
$$+ a_0(a_2 a_3 - a_1) + a_1(a_1 a_3 - a_2^2) + \mu(+a_0 a_2 - a_1^2 + 2 a_1 a_2 a_3 - a_2^3 + a_0 a_3^2) = 0;$$

also

$$36. \qquad \mu = \frac{a_0(a_1 - a_2 a_3) + a_1(a_2^2 - a_1 a_3)}{a_0 a_2 - a_1^2 + 2 a_1 a_2 a_3 - a_2^3 - a_0 a_3^2}.$$

Endlich findet man, die Werthe von μ und ν in die letzte Gleichung (31.) gesetzt:

$$\varrho a_2 [a_0 a_2 - a_1^2 + 2 a_1 a_2 a_3 - a_2^3 - a_0 a_3^2]$$
$$+ a_0^2 a_1 - a_0^2 a_2 a_3 + a_0 a_1 a_2^2 - a_0 a_1^2 a_3 + a_0 a_1 a_2^2 - a_0^2 a_1 + a_0 a_1^2 a_3 - a_1^3 a_2 = 0;$$

also

$$37. \qquad \varrho = \frac{a_1^3 + a_0^2 a_3 - 2 a_0 a_1 a_2}{a_0 a_2 - a_1^2 + 2 a_1 a_2 a_3 - a_2^3 - a_0 a_3^2},$$

welches nunmehr, vermöge (32.),

$$(a_0^2 a_2^2 - a_0^3 + a_0^2 a_1 a_3 - a_0 a_1^2 a_2 + a_1^4 + a_0^2 a_1 a_3 - 2 a_0 a_1^2 a_2) x$$
$$+ a_0 (a_1^3 + a_0^2 a_3 - 2 a_0 a_1 a_2) = 0,$$

also

$$38. \qquad x = \frac{a_0(a_1^3 + a_0^2 a_3 - 2 a_0 a_1 a_2)}{a_0^3 - a_1^4 - a_0^2 a_2^2 + 3 a_0 a_1^2 a_2 - 2 a_0^2 a_1 a_3}$$

giebt.

II. Das dritte Verfahren (§. 4.) giebt

$$\begin{array}{l} x^4 + a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 \mid x^5 \mid x - a_3 \\ \quad - a_3 x^4 - a_2 x^3 - a_1 x^2 - a_0 x - x^5 \\ \quad + a_3 x^4 + a_3^2 x^3 + a_2 a_3 x^2 + a_1 a_3 x + a_0 a_3 \\ \hline \end{array}$$

Erster Rest $(a_3^2 - a_2) x^3 + (a_2 a_3 - a_1) x^2 + (a_1 a_3 - a_0) x + a_0 a_3$.

Setzt man die Coefficienten dieses Restes:

$$39. \begin{cases} a_3^2 - a_2 = p, \\ a_2 a_3 - a_1 = q, \\ a_1 a_3 - a_0 = r, \\ a_0 a_3 = s, \end{cases}$$

und multiplicirt zugleich den nunmehrigen Dividenden $x^4 + a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$, um die Brüche zu vermeiden, mit p^2, so ist die weitere Rechnung folgende:

$$\begin{array}{l} px^3 + qx^2 + rx + s \mid p^2 x^4 + p^2 a_3 x^3 + p^2 a_2 x^2 + p^2 a_1 x + p^2 a_0 \mid px + pa_3 - q \\ \quad - p^2 x^4 - pqx^3 - prx^2 - psx \\ \hline \quad + p(pa_3 - q) x^3 + p(pa_2 - r) x^2 + p(pa_1 - s) x + p^2 a_0 \\ \quad - p(pa_3 - q) x^3 - q(pa_3 - q) x^2 - r(pa_3 - q) x - s(pa_3 - q) \\ \hline \end{array}$$

Zweiter Rest

$[p(pa_2 - r) - q(pa_3 - q)] x^2 + [p(pa_1 - s) - r(pa - q)] x + p^2 a_0 - s(pa_3 - q)$.

Setzt man wieder die Coefficienten dieses Restes:

$$40. \begin{cases} p(pa_2 - r) - q(pa_3 - q) = P, \\ p(pa_1 - s) - r(pa_3 - q) = Q, \\ p^2 a_0 - s(pa_3 - q) = R, \end{cases}$$

und multiplicirt wieder, um die Brüche zu vermeiden, den neuen Dividenden $px^3 + qx^2 + rx + s$ mit P^2, so ist die letzte Division folgende:

$$\begin{array}{l} Px^2 + Qx + R \mid P^2 px^3 + P^2 qx^2 + P^2 rx + P^2 s \mid Ppx + Pq - Qp \\ \quad - P^2 px^3 - PQpx^2 - PRpx \\ \hline \quad + P(Pq - Qp) x^2 + P(Pr - Rp) + P^2 s \\ \quad - P(Pq - Qp) x^2 - Q(Pq - Qp) x - R(Pq - Qp) \\ \hline \end{array}$$

Dritter Rest $[P(Pr - Rp) - Q(Pq - Qp)] x + P^2 s - R(Pq - Qp)$.

Dieser Rest, gleich Null gesetzt, soll x geben. Also ist

$$41. \qquad x = \frac{R(Pq - Qp) - P^2 s}{P(Pr - Rp) - Q(Pq - Qp)}.$$

Nun findet man, (39.) in (40.) gesetzt:

$$42. \begin{cases} P = a_0 a_3^2 - a_0 a_2 + a_1^2 + a_2^3 - 2 a_1 a_2 a_3, \\ Q = a_0 a_1 - a_0 a_2 a_3 + a_1 a_2^2 - a_1^2 a_3, \\ R = a_0 (a_2^2 - a_1 a_3); \end{cases}$$

und dieses, nebst den Werthen von p, q, r und s (39.), in (41.) substituirt, giebt, nachdem oben und unten mit dem bei der Division hinzugekommenen Factor $p^2 = (a_3^2 - a_2)^2$ dividirt worden,

$$43. \qquad x = \frac{a_0(a_1^3 + a_0^2 a_3 - 2 a_0 a_1 a_2)}{a_0^3 - a_1^4 - a_0^2 a_2^2 + 3 a_0 a_1^2 a_2 - 2 a_0^2 a_1 a_3};$$

genau wie (38.).

III. Nach dem vierten Verfahren (§. 5.) ist Ux^n, also hier $x^5(x^2 + \varkappa + \lambda)$, mit $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + x^4$ zu dividiren, und aus den Coefficienten der beiden höchsten Potenzen von x im Reste, sind die unbestimmten Coefficienten $\varkappa$ und λ zu suchen. Darauf ist x aus den beiden übrig bleibenden Gliedern des Restes zu nehmen. Diese Rechnung ist folgende:

$$x^4 + a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 \,|\, x^7 + \varkappa x^6 + \lambda x^5 \,|\, x^3 + (\varkappa - a_3) x^2$$

Erster Rest $\quad (\varkappa - a_3) x^6 + (\lambda - a_2) x^5 - a_1 x^4 - a_0 x^3$

Zweiter Rest $\quad (\lambda - a_2 - a_3(\varkappa - a_3)) x^5 - (a_1 + a_2(\varkappa - a_3)) x^4$
$\qquad - (a_0 + a_1(\varkappa - a_3)) x^3 - a_0(\varkappa - a_3) x^2.$

Setzt man die Coefficienten dieses Restes:

$$44. \begin{cases} \lambda - a_3 \varkappa - a_2 + a_3^2 = p, \\ a_1 - a_2 a_3 + a_2 \varkappa = q, \\ a_0 - a_1 a_3 + a_1 \varkappa = r, \\ a_0 \varkappa - a_0 a_3 = s: \end{cases}$$

so giebt die weitere Rechnung:

$$x^4+a_3x^3+a_2x^2+a_1x+a_0 \,|\, px^5-qx^4-rx^3-sx^2 \,|\, px-(q+a_3p)$$

Dritter Rest $-(q+a_3p)x^4-(r+a_2p)x^3-(s+a_1px^2)-a_0px$

Vierter Rest $((q+pa_3)a_3-(r+pa_2))x^3+((q+pa_3)a_2-(s+pa_2))x^2$
$+((q+pa_3)a_1-pa_0)x+(q+pa_3)a_0.$

Es mufs also gesetzt werden:

$$45.\quad \begin{cases} qa_3-r+p(a_3^2-a_2) = 0, \\ qa_2-s+p(a_2a_3-a_1) = 0, \end{cases}$$

und dann ist

$$46.\qquad x=\frac{a_0(q+pa_3)}{pa_0-a_1(q+pa_3)}.$$

Substituirt man (44.) in (45.), so ergiebt sich:

$$47.\quad \begin{cases} 2a_1a_3-3a_2a_3^2-a_0+a_2^2+a_3^4+\varkappa(2a_2a_3-a_2-a_3^3)+\lambda(a_3^2-a_2)=0, \\ 2a_1a_2-2a_2^2a_3+a_0a_3+a_2a_3^3-a_1a_3^2+\varkappa(a_2^2-a_0-a_2a_3^2+a_1a_3)+\lambda(a_2a_3-a_1)=0, \end{cases}$$

und hieraus

$$48.\quad \begin{cases} \varkappa=\dfrac{-a_0a_3^3+a_1a_2^2-2a_1^2a_3-a_2^3a_3+2a_1a_2a_3^2+a_0a_1}{a_0a_2-a_0a_3^2-a_1^2+2a_1a_2a_3-a_2^3} \\ \lambda=\dfrac{-a_0^2+2a_0a_1a_3-2a_0a_2a_3^2-a_1^2a_3^2+2a_0a_2^2-2a_1^2a_2-a_2^4+3a_1a_2^2a_3}{a_0a_2-a_0a_3^2-a_1^2+2a_1a_2a_3-a_2^3}; \end{cases}$$

hieraus ferner

$$49.\quad \begin{cases} p=\dfrac{-a_0^2+a_0a_1a_3+a_0a_2^2-a_1^2a_2}{a_0a_2-a_0a_3^2-a_1^2+2a_1a_2a_3-a_2^3}, \\ q=\dfrac{2a_0a_1a_2-a_0a_1a_3^2-a_1^3-a_0a_2^2a_3+a_1^2a_2a_3}{a_0a_2-a_0a_3^2-a_1^2+2a_1a_2a_3-a_2^3}, \end{cases}$$

und nunmehr, vorige (46.),

$$50.\qquad x=\frac{a_0(a_1^3+a_0^2a_3-2a_0a_1a_2)}{a_0^3-a_1^4-a_0^2a_2^2+3a_0a_1^2a_2-2a_0^2a_1a_3}:$$

wiederum genau, wie (38.).

IV. Das Resultat des fünften Verfahrens (§. 6.), in dem gegenwärtigen Beispiele, wird sich leichter, als durch eine besondere Rechnung, im folgenden Paragraph aus dem allgemeinen Ausdrucke der Coefficienten von $\frac{1}{y}$ (20.) ergeben, und es wird sich zeigen, dafs x ebenfalls denselben Ausdruck bekommt, der oben gefunden wurde.

8.

Die Entwickelung der Coefficienten von $\frac{1}{y}$ giebt Folgendes. Es ist, wenn man, wie in (20.),

$$51.\quad \frac{1}{y} = \frac{1}{a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 \ldots\ldots + x^m} = p_0 + p_1 x + p_2 x^2 + p_3 x^3 \ldots\ldots$$

setzt,

$$\begin{aligned} 52.\quad 1 = a_0 p_0 + a_0 p_1 x + a_0 p_2 x^2 &+ a_0 p_3 x^3 + a_0 p_4 x^4 \ldots\ldots \\ + a_1 p_0 x + a_1 p_1 x^2 &+ a_1 p_2 x^3 + a_1 p_3 x^4 \ldots\ldots \\ + a_2 p_0 x^2 &+ a_2 p_1 x^3 + a_2 p_2 x^4 \ldots\ldots \\ &+ a_3 p_0 x^3 + a_3 p_1 x^4 \ldots\ldots \\ &+ a_4 p_0 x^4 \ldots\ldots, \end{aligned}$$

und hieraus folgt, da die Gleichung (52.) für jeden beliebigen Werth von x, also auch für $x = 0$ gilt, so dafs die Coefficienten zu gleichen Potenzen von x gleich Null gesetzt werden können:

$$53.\quad \begin{cases} a_0 p_0 = 1 \\ a_0 p_1 + a_1 p_0 = 0 \\ a_0 p_2 + a_1 p_1 + a_2 p_0 = 0 \\ a_0 p_3 + a_1 p_2 + a_2 p_1 + a_3 p_0 = 0 \\ a_0 p_4 + a_1 p_3 + a_2 p_2 + a_3 p_1 + a_4 p_0 = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Dieses giebt

$$54.\quad \begin{cases} a_0 p_0 = 1 \\ a_0^2 p_1 = -a_1 (a_0 p_0) = -a_1 \\ a_0^3 p_2 = -a_1 (a_0^2 p_1) - a_2 a_0 (a_0 p_0) = -a_0 a_2 + a_1^2 \\ a_0^4 p_3 = -a_1 (a_0^3 p_2) - a_2 a_0 (a_0^2 p_1) - a_3 a_0^2 (a_0 p_0) \\ \qquad = -a_1 (a_1^2 - a_2 a_0) + a_2 a_0 a_1 - a_3 a_0^2 = -a_0^2 a_3 + 2 a_0 a_1 a_2 - a_1^3 \\ a_0^5 p_4 = -a_1 (a_0^4 p_3) - a_2 a_0 (a_0^3 p_2) - a_3 a_0^2 (a_0^2 p_1) - a_4 a_0^3 (a_0 p_0) \\ \qquad = -a_1 (-a_0^2 a_3 + 2 a_0 a_1 a_2 - a_1^3) - a_2 a_0 (a_1^2 - a_0 a_2) + a_3 a_0^2 a_1 - a_0^3 a_4 \\ \qquad = -a_0^3 a_4 + 2 a_0^2 a_1 a_3 + a_0^2 a_2^2 - 3 a_0 a_1^2 a_2 + a_1^4 \\ \text{u. s. w.} \end{cases}$$

Für das Beispiel in (§. 7.), wo $a_4 = 1$ und $n = 5$, p_n aber, wie aus (26.) zu ersehen, als der Coefficient zu x^4 zu betrachten ist, geben diese Ausdrücke unmittelbar, für den Näherungswerth von x, vermöge (27.):

$$55. \quad x = \frac{p_3}{p_4} = \frac{a_0(a_0^2 a_3 - 2a_0 a_1 a_2 + a_1^3}{a_0^3 - 2a_0^2 a_1 a_3 - a_0^2 a_2^2 + 3a_0 a_1^2 a_2 - a_1^4} \text{ (54.)}:$$

genau wie (38.). Der Reihe nach sind die verschiedenen Näherungswerthe von x:

$$56. \begin{cases} x_1 = \frac{p_0}{p_1} = -\frac{a_0}{a_1}, \text{ welches der Newtonsche Näherungswerth ist;} \\ x_2 = \frac{p_1}{p_2} = -\frac{a_0 a_1}{a_1^2 - a_0 a_2}, \\ x_3 = \frac{p_2}{p_3} = +\frac{a_0(a_0 a_2 - a_1^2)}{a_0^3 a_3 - 2a_0 a_1 a_2 + a_1^3}, \\ x_4 = \frac{p_3}{p_4} = +\frac{a_0(a_0^2 a_3 - 2a_0 a_1 a_2 + a_1^3)}{a_0^3 a_4 - 2a_0^2 a_1 a_3 - a_0^2 a_2^2 + 3a_0 a_1^2 a_2 - a_1^4}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Diese Ausdrücke hätten, nach der obigen Verfahrungsart, einzeln berechnet werden müssen. Man sieht also, dafs das gegenwärtige Verfahren in jedem Betracht bei weitem leichter zu dem Resultate führt, als irgend eins der anderen.

9.

Die Ausdrücke der Coefficienten p in (20.) oder (51.), deren Quotienten, der Reihe nach, Näherungswerthe von x sind, geben nun zunächst ferner für diese Näherungswerthe folgende merkwürdigen allgemeinen Ausdrücke.

Es ist nämlich aus (53.) allgemein

$$57. \quad a_0 p_n = -a_1 p_{n-1} - a_2 p_{n-2} - a_3 p_{n-3} \ldots\ldots - a_n p_0;$$

folglich ist, vermöge (27.):

$$58. \quad x_n = \frac{p_{n-1}}{p_n} = \frac{a_0 p_{n-1}}{a_0 p_n} = -\frac{a_0 p_{n-1}}{a_1 p_{n-1} + a_2 p_{n-2} + a_3 p_{n-3} \ldots\ldots + a_n p_0},$$

oder

$$59. \quad x_n = -\frac{a_0}{a_1 + a_2 \frac{p_{n-2}}{p_{n-1}} + a_3 \frac{p_{n-3}}{p_{n-1}} + a_4 \frac{p_{n-4}}{p_{n-1}} \ldots\ldots + a_n \frac{p_0}{p_{n-1}}}.$$

Es ist aber

$$60.\quad \begin{cases} \frac{p_{n-3}}{p_{n-1}} = \frac{p_{n-3}}{p_{n-2}} \cdot \frac{p_{n-2}}{p_{n-1}}, \\ \frac{p_{n-4}}{p_{n-1}} = \frac{p_{n-4}}{p_{n-3}} \cdot \frac{p_{n-3}}{p_{n-2}} \cdot \frac{p_{n-2}}{p_{n-1}}, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ \frac{p_0}{p_{n-1}} = \frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{p_2}{p_3} \cdot \frac{p_3}{p_4} \dots \frac{p_{n-2}}{p_{n-1}}; \end{cases}$$

folglich ist in (59.), weil (27.)

$$61.\quad \frac{p_0}{p_1} = x_1, \quad \frac{p_1}{p_2} = x_2, \quad \frac{p_2}{p_3} = x_3 \dots \frac{p_{n-2}}{p_{n-1}} = x_{n-1},$$

$$62.\quad x_n = -\frac{a_0}{a_1 + a_2 x_{n-1} + a_3 x_{n-1} x_{n-2} + a_4 x_{n-1} x_{n-2} x_{n-3} \dots + a_n x_{n-1} x_{n-2} x_{n-3} \dots x_1},$$

oder auch

$$63.\quad x_n = -\frac{a_0}{a_1 + x_{n-1}(a_2 + x_{n-2}(a_3 + x_{n-3}(a_4 \dots + a_n x_1))) \dots)}.$$

Dieses giebt, wenn man der Reihe nach $n = 1, 2, 3 \dots$ setzt:

$$64.\quad \begin{cases} x_1 = -\frac{a_0}{a_1}, \text{ welches, wie oben, der Newtonsche Näherungswerth ist,} \\ x_2 = -\frac{a_0}{a_1 + x_1 a_2} \\ x_3 = -\frac{a_0}{a_1 + x_2(a_2 + x_1 a_3)} \\ x_4 = -\frac{a_0}{a_1 + x_3(a_2 + x_2(a_3 + x_1 a_4))} \\ x_5 = -\frac{a_0}{a_1 + x_4(a_2 + x_3(a_3 + x_2(a_4 + x_1 a_5)))} \\ \text{u. s. w.} \end{cases}$$

so daſs man nach diesen Ausdrücken die auf einander folgenden Näherungswerthe ohne weiteres unmittelbar jeden aus dem vorhergehenden finden und nach dem sehr einfachen Gesetze, welches die Formel (63.) ausdrückt, die Näherung so weit treiben kann, als man will. Die Zahl der Glieder im Nenner von (62.) oder (63.) wächst auch nicht etwa immer fort mit n, sondern sie ist niemals gröſser als der Exponent m der höchsten Potenz von x in der aufzulösenden Gleichung $y = 0$; denn die Coefficienten

$a_{m+1}\, a_{m+2} \ldots$ sind Null, so dafs der Nenner von (62. und 63.) immer nur die m Glieder mit a_1, a_2, $a_3 \ldots . a_m$ hat.

10.

Zu bemerken ist, dafs der allgemeine Näherungs-Ausdruck (62.) oder (63.) auch zugleich durch seine Gestalt selbst anzeigt, dafs die Werthe von x_1, x_2, $x_3 \ldots .$ dem genauen Werthe von x, der der aufzulösenden Gleichung $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \ldots . + a_m x^m = 0$ genug thut, nothwendig stufenweise näher kommen müssen.

Der ursprünglichen Bedingung gemäfs mufs nämlich zuerst der erste, Newtonsche Werth $-\frac{a_0}{a_1}$ von x (64.) dem wirklichen Werthe von x in $y = 0$ näher kommen als der Werth 0 von x, das heifst: $-\frac{a_0}{a_1}$ statt x in $y = 0$ gesetzt, mufs für y eine kleinere Gröfse geben als a_0, die man erhält, wenn man in y, $x = 0$ setzt; also mufs $-\frac{a_0}{a_1}$ zwischen 0 und x liegen. Nun erhält man aber den Newtonschen Näherungswerth, wie schon oben bemerkt, wenn man nicht mehr alle Potenzen von x, sondern nur diejenigen von der zweiten an, als sehr klein, vernachlässigt; denn wenn man x^2, $x^3 \ldots . = 0$ setzt, so geht die Gleichung $y = 0$ in $a_0 + a_1 x = 0$ über, welches $x = -\frac{a_0}{a_1}$ giebt. Dieser Ausdruck ist aber kein anderer als der, welcher sich ergiebt, wenn man aus der gegebenen Gleichung

$$65. \qquad y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 \ldots . + a_m x^m = 0$$

die erste Potenz von x nimmt, nämlich:

$$66. \qquad x = -\frac{a_0}{a_1 + a_2 x + a_3 x_2 \ldots . a_m x^{m-1}}$$

und im Nenner x, $x^2 \ldots . x^{m-1}$ als Null betrachtet; was mit dem Weglassen der höheren Potenzen von x in dem Polynome der Gleichung, von der zweiten an, übereinkommt. Nun kommt $x_1 = -\frac{a_0}{a_1}$ bedingungsmäfsig dem genauen Werthe von x näher, als der Werth 0 von x. Setzt man daher eben dieses x_1 statt x in (66.), was

$$67. \qquad x = -\frac{a_0}{a_1 + x_1(a_2 + a_3 x_1 + a_4 x_1^2 \ldots . + a_m x_1^{m-2})}$$

giebt, so wird dieses x demjenigen, welches der Gleichung $y = 0$ genau genug thut, nothwendig schon näher kommen, als der Werth $-\frac{a_0}{a_1}$ von x,

bei welchem alle höheren Potenzen von x gleich Null gesetzt wurden; und selbst dann noch, wenn man wieder die höheren Potenzen von x_1, von der zweiten an, vernachlässigt, wodurch der Ausdruck (67.) in

$$68. \qquad x_2 = -\frac{a_0}{a_1 + x_1 a_2},$$

also in den zweiten Näherungswerth von x in (64.) übergeht; denn aus diesem Ausdrucke geht erst der erste Näherungswerth $x_1 = -\frac{a_0}{a_1}$ dann hervor, wenn man statt x_1 den der Gleichung $y = 0$ weniger entsprechenden Werth 0 von x setzt. Ferner wird wiederum (67.) eine dem genauen Werthe von x näher kommende Gröfse geben, als die (67.), wenn man statt des Factors x_1, im Nenner, den genaueren Werth x_2 von x (68.) setzt; auch dann noch, wenn man die höheren Potenzen von x_1 als die erste wegläfst, was

$$69. \qquad x_3 = -\frac{a_0}{a_1 + x_2 a_2 + x_2 x_1 a_3}$$

giebt; denn aus diesem Ausdrucke geht, wenn man die höheren Potenzen von x, also das Glied $x_2 x_1 x_3$ ausstreicht, erst der Ausdruck von x_2 (68.) hervor, der schon dem genauen Werthe von x näher kommt als $x = -\frac{a_0}{a_1}$; und so weiter.

Diese Erwägung liefert also zu demjenigen in (§. 6.) einen zweiten Beweis, dafs die Ausdrücke von x (64.) Werthe haben, welche dem genauen Werthe von x in der Gleichung $y = 0$ allmälig immer näher kommen.

11.

Der allgemeine Näherungs-Ausdruck für x (62.) oder (63.) hat folgende sehr einfache geometrische Bedeutung.

Wenn man in der Taylorschen Reihe

$$70. \qquad f(x+k) = fx + k\,dfx + \frac{k^2}{2}\,d^2fx + \frac{k^3}{2\cdot 3}\,d^3fx \ldots\ldots$$

$x = 0$ und $k = x$ setzt und die daraus entstehenden Werthe von fx, dfx, $d^2fx \ldots\ldots$ durch f_0x, d_1fx, $d_0^2fx \ldots\ldots$ bezeichnet, so erhält man

$$71. \qquad fx = f_0x + d_0fx + \frac{x^2}{2}\,d_0^2fx + \frac{x^3}{2\cdot 3}\,d_0^3fx \ldots\ldots;$$

also in dem Falle

$$72. \quad fx = \frac{1}{y}:$$

$$73. \quad \frac{1}{y} = \frac{1}{y_0} + x d_0\left(\frac{1}{y}\right) + \frac{x^2}{2} d_0^2\left(\frac{1}{y}\right) + \frac{x^3}{2\cdot 3} d_0^3\left(\frac{1}{y}\right) \ldots\ldots$$

Dieses mit (51.) verglichen giebt

$$74. \quad p_0 = \frac{1}{y_0}, \quad p_1 = d_0\left(\frac{1}{y}\right), \quad p_2 = \tfrac{1}{2} d_0^2\left(\frac{1}{y}\right), \quad p_3 = \tfrac{1}{2\cdot 3} d_0^3\left(\frac{1}{y}\right) \ldots\ldots;$$

also, da $x_n = \frac{p_{n-1}}{p_n}$ (27.) ist,

$$75. \qquad x_n = n \cdot \frac{d_0^{n-1}\left(\frac{1}{y}\right)}{d_0^n\left(\frac{1}{y}\right)}.$$

Nun stelle man sich die Curve vor, deren Abcissen x und deren Ordinaten $d^{n-1}\left(\frac{1}{y}\right)$ sind, so ist $d^n\left(\frac{1}{y}\right)$ die trigonometrische Tangente des Winkels, den die Tangente der Curve mit der Abscissen-Axe macht, und $\frac{d^{n-1}\left(\frac{1}{y}\right)}{d^n\left(\frac{1}{y}\right)}$ ist die Subtangente der Curve für die Abscisse x. Der Näherungswerth x_n (76.) ist also gleich der $n$fachen Subtangente der Curve, deren Abscissen x und deren Ordinaten $d^{n-1}\left(\frac{1}{y}\right)$ sind, für die Abscisse $x = 0$.

12.

In (§. 6.) ist 1 durch y dividirt worden. Dieses ist beliebig geschehen; und auch wenn man irgend eine Function von x, die mit y keinen gemeinschaftlichen Factor hat, auch dann nicht, wenn x^n und die höheren Potenzen von x gleich Null gesetzt werden, durch y dividirt, folgen daraus Näherungswerthe von x für die Gleichung $y = 0$.

Man setze nämlich, ähnlich wie in (§. 6. 20.):

$$76. \begin{cases} \frac{\phi x}{y} = q_0 + q_1 x + q_2 x^2 + q_3 x^3 \ldots\ldots + q_{n-1} x^{n-1} + \frac{R_1 x^n}{y} \text{ und} \\ \frac{\phi x}{y} = q_0 + q_1 x + q_2 x^2 + q_3 x^3 \ldots\ldots + q_n x^n \qquad + \frac{R_0 x^{n+1}}{y}, \end{cases}$$

und bezeichne die Summe der Glieder rechterhand, bis zum Gliede $q_{n-2} x^{n-2}$ einschliefslich, durch Q, so dafs

$$77.\quad \begin{cases} \phi x - Qy = y q_{n-1} x^{n-1} + R_1 x^n \text{ und} \\ \phi x - Qy - y q_{n-1} x^{n-1} = y q_n x^n + R_0 x^{n+1}: \end{cases}$$

so ist

$$78.\qquad x \cdot \frac{\phi x - Qy}{\phi x - Qy - y q_{n-1} x^{n-1}} = \frac{y q_{n-1} x^{n-1} + R_1 x^n}{y q_{n-1} x^{n-1} + R_0 x^n}.$$

Setzt man nun hierin zunächst $x^n = 0$, und bezeichnet, für den Fall dafs ϕx etwa höhere Potenzen von x als die $n-1^{te}$ enthält, den dadurch veränderten Werth von ϕx nach $\phi_1 x$, so giebt (78.)

$$79.\qquad x \cdot \frac{\phi_1 x - Qy}{\phi_1 x - Qy - y q_{n-1} x^{n-1}} = \frac{y q_{n-1} x^{n-1}}{y q_n \quad x^{n-1}} = \frac{q_{n-1}}{q_n}.$$

Setzt man hierauf auch noch $y = 0$, so ergiebt sich

$$80.\qquad x_n = \frac{q_{n-1}}{q_n}:$$

ganz ähnlich wie (27.).

Ist nun ϕx etwa ein Polynom mit x, z. B.

$$81.\qquad \phi x = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + b_3 x^3 \dots + b_\mu x^\mu,$$

so erhält man für die Coefficienten q in (77.)

$$82.\quad \begin{aligned} b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + b_3 x^3 \dots + b_\mu x^\mu \\ = a_0 q_0 + a_0 q_1 x + a_0 q_2 x^2 + a_0 q_3 x^3 + a_0 q_4 x^4 \dots \\ + a_1 q_0 x + a_1 q_1 x^2 + a_1 q_2 x^3 + a_1 q_3 x^4 \dots \\ + a_2 q_0 x^2 + a_2 q_1 x^3 + a_2 q_2 x^4 \dots \\ + a_3 q_0 x^3 + a_3 q_1 x^4 \dots \\ + a_4 q_0 x^4 \dots, \end{aligned}$$

also

$$83.\quad \begin{cases} a_0 q_0 = b_0, \\ a_0 q_1 + a_1 q_0 = b_1, \\ a_0 q_2 + a_1 q_1 + a_2 q_0 = b_2, \\ a_0 q_3 + a_1 q_2 + a_2 q_1 + a_3 q_0 = b_3, \\ a_0 q_4 + a_1 q_3 + a_2 q_2 + a_3 q_1 + a_4 q_0 = b_4, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ a_0 q_n + a_1 q_{n-1} + a_2 q_{n-2} + a_3 q_{n-3} \dots + a_n q_0 = b_n. \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{cases}$$

Daraus folgt, auf die Weise wie in (§. 9.),

$$84.\qquad a_0 q_n = -(a_1 q_{n-1} + a_2 q_{n-2} + a_3 q_{n-3} \dots + a_n q_0 - b_n),$$

also, vermöge (80.),

$$85.\quad x_n = \frac{a_0 q_{n-1}}{a_0 q_n} = -\frac{a_0 q_{n-1}}{a_1 q_{n-1} + a_2 q_{n-2} + a_3 q_{n-3} \ldots . a_n q_0 - b_n},$$

oder

$$86.\quad x_n = \frac{a_0}{a_1 + a_2 \frac{q_{n-2}}{q_{n-1}} + a_3 \frac{q_{n-3}}{q_{n-1}} + a_4 \frac{q_{n-4}}{q_{n-1}} \ldots . . + a_n \frac{q_0}{q_{n-1}} - \frac{b_n}{q_{n-1}}}$$

oder vermöge der Ausdrücke (60.), von welchen ähnliche auch hier Statt finden, und vermöge welcher auch

$$\frac{1}{q_{n-1}} = \frac{x_1 x_2 x_3 \ldots . x_{n-1}}{q_0} = \frac{a_0}{b_0} x_{n-1} x_{n-2} \ldots . x_1 \text{ ist:}$$

$$x_n = -\frac{a_0}{a_1 + a_2 x_{n-1} + a_3 x_{n-1} x_{n-2} \ldots + a_n x_{n-1} x_{n-2} \ldots x_1 - \frac{a_0 b_n}{b_0} x_{n-1} x_{n-2} \ldots x_1},$$

oder

$$87.\quad x_n = -\frac{a_0 b_0}{b_0 (a_1 + a_2 x_{n-1} x_{n-2} \ldots + a_n x_{n-1} x_{n-2} \ldots x_1) - a_0 b_n x_{n-1} x_{n-2} \ldots x_1},$$

und im Einzelnen:

$$88.\quad \begin{cases} x_1 = -\dfrac{a_0 b_0}{a_1 b_0 - a_0 b_1}, \\ x_2 = -\dfrac{a_0 b_0}{b_0 (a_1 + a_2 x_1) - a_0 b_2 x_1}, \\ x_3 = -\dfrac{a_0 b_0}{b_0 (a_1 + a_2 x_2 + a_3 x_2 x_1) - a_0 b_3 x_2 x_1}, \\ \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \end{cases}$$

Die geometrische Bedeutung dieser Näherungswerthe von x ist derjenigen der Werthe, die man erhält, wenn man von $\frac{1}{y}$ ausgeht, ganz ähnlich. Man darf nur in (75.) $\frac{\phi x}{y}$ statt $\frac{1}{y}$ setzen, so findet man, auf dieselbe Weise wie in (§. 11.):

$$89.\quad x_n = n \cdot \frac{d_0^{n-1}\left(\frac{\phi x}{y}\right)}{d_0^n\left(\frac{\phi x}{y}\right)},$$

und es ist also x_n gleich der $n$fachen Subtangente der Curve, deren Abscissen x und deren Ordinaten $d^{n-1}\left(\frac{\phi x}{y}\right)$ sind, für die Abscisse $x = 0$.

13.

Wenn man in (§. 12.) zu dem willkürlichen Polynome ϕx den ersten Differential-Coefficienten des Polynoms y der aufzulösenden Gleichung $y=0$ nimmt, also

$$90. \qquad \phi x = dy$$

setzt, so führt in diesem besonderen Falle die Rechnung (§. 12.) auf die Bernouillische Näherung, die auch Näherung durch rücklaufende Reihen genannt zu werden pflegt.

Wenn nämlich die m Wurzeln der aufzulösenden Gleichung $y=0$ durch r_1, r_2, $r_3 \ldots . r_m$ bezeichnet werden, so dafs

$$91. \qquad y = (r_1 - x)(r_2 - x)(r_3 - x) \ldots . (r_m - x):$$

so ist

$$92. \; dy = -(r_2-x)(r_3-x) \ldots . (r_m-x) - (r_1-x)(r_3-x) \ldots . (r_m-x) \ldots . - (r_1-x)(r_2-x) \ldots . (r_{m-1}-x) \ldots .,$$

oder

$$93. \qquad dy = -\left(\frac{y}{r_1-x} + \frac{y}{r_2-x} + \frac{y}{r_3-x} \ldots . \frac{y}{r_m-x}\right).$$

Es ist also

$$94. \qquad \frac{dy}{y} = -\left(\frac{1}{r_1-x} + \frac{1}{r_2-x} + \frac{1}{r_3-x} \ldots . \frac{1}{r_m-x}\right), \text{ oder}$$

$$95. \qquad \frac{dy}{y} = -\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \ldots . + \frac{1}{r_m}\right) - \left(\frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{r_2^2} + \frac{1}{r_3^2} \ldots . + \frac{1}{r_m^2}\right)x - \left(\frac{1}{r_1^3} + \frac{1}{r_2^3} + \frac{1}{r_3^3} \ldots . + \frac{1}{r_m^3}\right)x^2 \ldots \ldots ,$$

oder, wenn man die Summe der -1ten, -2ten, -3ten etc. Potenzen der Wurzeln der Gleichung durch S_{-1}, S_{-2}, S_{-3} etc. bezeichnet,

$$96. \qquad \frac{dy}{y} = -(S_{-1} + S_{-2}x + S_{-3}x^2 + S_{-4}x^3 \ldots .).$$

Dieses mit (76.) verglichen, zeigt sich, dafs für den gegenwärtigen Fall

$$97. \begin{cases} q_0 = -S_{-1}, \\ q_1 = -S_{-2}, \\ q_2 = -S_{-3}, \\ \dots\dots\dots \\ q_n = -S_{-n-1}, \end{cases}$$

und folglich, vermöge (80.)

$$98. \qquad x_n = \frac{S_{-n}}{S_{-n-1}}$$

ist, wie es die Bernouillische Methode verlangt. Man sieht, dafs die Näherungs-Methode der Paragraphen (1. bis 11.), die von dem Quotienten $\frac{1}{y}$ ausgeht, zwar nicht die Bernouillische Methode selbst, aber ihr doch ähnlich ist. Sie ist gleichsam eine Vereinfachung derselben, indem diese von dem weniger einfachen Quotienten $\frac{dy}{y}$ ausgeht.

In dem allgemeinen Ausdrucke von x_n (87.), fällt, wie die Vergleichung mit (62.) zeigt, das letzte Glied des Nenners $-\frac{a_0 b_n}{b_0} x_{n-1} x_{n-2} \dots x_1$ weg, wenn man statt von $\frac{\phi x}{y}$ blofs von $\frac{1}{y}$ ausgeht. Die von $\frac{1}{y}$ ausgehende Näherungs-Methode ist unter denjenigen (wenn man sie so nennen will) durch rücklaufende Reihen, gleichsam die einfachste.

Für den besonderen Fall der Bernouillischen Näherung ist, weil hier

$$99. \quad \phi x = dy = a_1 + 2a_2 x + 3a_3 x^2 + 4a_4 x^3 \dots + m a_m x^{m-1},$$

in (81.):

$$100. \begin{cases} b_0 = a_1, \\ b_1 = 2a_2, \\ b_2 = 3a_3, \\ \dots\dots\dots \\ b_{m-1} = m a_m, \\ b_m = 0 \text{ etc.} \end{cases}$$

Es ist also in (87.)

$$101. \; x_n = -\frac{a_0 a_1}{a_1(a_1 + a_2 x_{n-1} + a_3 x_{n-1} x_{n-2} \dots + a_n x_{n-1} x_{n-2} \dots x_1) - n a_0 a_{n-1} x_{n-1} x_{n-2} \dots x_1},$$

und, im Einzelnen, nach (88.),

$$102. \begin{cases} x_1 = -\frac{a_0 a_1}{a_1^2 - 2a_0 a_2} = +\frac{a_0 a_1}{2a_0 a_2 - a_1^2} \\ x_2 = -\frac{a_0 a_1}{a_1(a_1 + a_2 x_1) - 3a_0 a_3 x_1} = +\frac{a_0(2a_0 a_2 - a_1^2)}{3a_0^2 a_3 - 3a_0 a_1 a_2 + a_1^3} \\ x_3 = -\frac{a_0 a_1}{a_1(a_1 + a_2 x_2 + a_2 x_1 x_2) - 4a_0 a_4 x_2 x_1} = \frac{a_0(3a_0^2 a_3 - 3a_0 a_1 a_2 + a_1^3)}{4a_0^3 a_4 - 4a_0^2 a_1 a_3 - 2a_0^2 a_2^2 + 4a_0 a_1^2 a_2 - a_1^4}. \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{cases}$$

Bei Vergleichung dieser Ausdrücke mit denen (56.) zeigt sich die Verschiedenheit der Resultate der Bernoullischen Methode und der der obigen Art.

Die Gleichungen (83.) geben die Coefficienten q, welche unmittelbar die Summen S_{-1}, S_{-2}, S_{-3}.... der -1ten, -2ten, -3ten etc. Potenzen der Wurzeln der aufzulösenden Gleichung $y = 0$ sind (97.), und die Ausdrücke (101.) und (102.) zeigen, wie die Bernoullischen Näherungswerthe nach und nach einer aus dem anderen berechnet werden können, auf ähnliche Weise, wie bei der obigen Näherungs-Methode.

Endlich zeigt der Beweis in (§. 6.), der ohne Veränderung auf $\frac{\phi x}{y}$ statt $\frac{1}{y}$, also auch auf $\frac{dy}{y}$ Anwendung findet, dafs die daraus hervorgehenden Ausdrücke von x wirklich Näherungswerthe dieser Gröfse sind; was andererseits für den Bernoullischen Fall bekanntlich daraus erhellt, dafs, wenn in

$$103. \qquad x_n = \frac{S_{-n}}{S_{-n-1}} = \frac{\frac{1}{r_1^n} + \frac{1}{r_2^n} + \frac{1}{r_3^n} \dots + \frac{1}{r_m^n}}{\frac{1}{r_1^{n+1}} + \frac{1}{r_2^{n+1}} + \frac{1}{r_3^{n+1}} \dots + \frac{1}{r_m^{n+1}}}$$

eine der Wurzeln, z. B. r_1, wie es hier vorausgesetzt wird, gegen die übrigen sehr klein ist, die Summe der Potenzen der übrigen, oben und unten, gegen die Potenzen der einen verschwinden, so dafs blofs

$$104. \qquad x_n = \frac{\frac{1}{r_1^n}}{\frac{1}{r_1^{n+1}}} = r_1$$

übrig bleibt.

14.

Nach der Analogie des Ausdrucks (62.) oder (63.) des aus $\frac{1}{y}$ hergenommenen Näherungswerthes der Wurzel x der aufzulösenden Gleichung

$$105. \quad a_0 + x(a_1 + a_2 x + a_3 x^2 \dots + a_m x^{m-1}) = y = 0$$

läfst sich auch auf folgende sehr einfache Weise noch ein anderer Näherungs-Ausdruck aufstellen.

Da aus (105.)

$$106. \quad a_1 + 2a_2 x + 3a_3 x^2 \dots + m a_m x^{m-1} = dy,$$

ist, und

$$107. \quad -\frac{y}{dy} = -\frac{a_0 + x(a_1 + a_2 x + a_3 x^2 \dots + a_m x^{m-1})}{a_1 + x(2a_2 + 3a_3 x + 4a_4 x_2 \dots + m a_m x^{m-2})}$$

die Subtangente der Curve ausdrückt, deren Abscissen x und deren Ordinaten y sind: so ist diese Subtangente für $x = 0$, gleich $-\frac{a_0}{a_1}$; und dieses ist der erste Näherungs-Ausdruck für x (der Newtonsche), wenn x sehr klein ist. Man erhält ihn, wie schon oben bemerkt, gleichfalls aus (105.), wenn man in der aus dieser folgenden Gleichung

$$108. \quad x = -\frac{a_0 - y}{a_1 + a_2 x + a_3 x_2 \dots + a_m x^{m-1}}$$

rechterhand $x = 0$ zugleich mit $y = 0$ setzt, das heifst also, die Ordinate y für das kleine x als Null betrachtet.

Nun nehme man an, die aufzulösende Gleichung sei so eingerichtet worden, dafs die Subtangente $-\frac{a_0}{a_1}$ für die Abscisse $x = 0$ nach der Fourierschen Regel zwischen $x = 0$ und den genauen Werth von x, für welchen $y = 0$ ist, oder zwischen den Fufspunct der Ordinate in $x = 0$ und den Durchschnittspunct der Curve mit der Abscissen-Axe fällt, so wird die zur Abscisse $-\frac{a_0}{a_1} = x_1$ gehörige Ordinate, die durch y_1 bezeichnet werden mag, nothwendig zwischen 0 und y_0 (die Ordinate für die Abscisse $x = 0$) fallen, und mit ihr einerlei Zeichen haben. Es wird also, wenn man in (105.) x_1 statt x setzt, welches

$$109. \quad a_0 + x_1(a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_1^2 \dots + a_m x_1^{m-1}) = y_1$$

und

$$110. \quad x_1 = -\frac{a_0 - y_1}{a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_1^2 \dots a_m x_1^{m-1}}$$

giebt, die Ordinate y_1 nothwendig der Null näher kommen als y_0. Wenn man also nun, statt dafs man in (108.) näherungsweise $x = 0$ und $y_0 = 0$ annahm, hier eben so, näherungsweise, für $x = x_1$, $y_1 = 0$ annimmt, wovon das Resultat durch

$$111. \quad x_2 = -\frac{a_0}{a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_1^2 \ldots . a_m x_1^{m-1}}$$

bezeichnet werden mag: so wird man sich von der Wahrheit weniger entfernen als vorhin; und folglich wird x_2 dem genauen Werthe von x, für welchen $y = 0$ ist, näher kommen als x_1. Es wird also auch weiter, wenn man in (105.) x_2 statt x setzt, wovon das Resultat

$$112. \quad a_0 + x_2 (a_1 + a_2 x_2 + a_3 x_2^3 \ldots . + a_m x_2^{m-1}) = y_2$$

sein mag, die Ordinate y_2 abermals der Null näher kommen als y_1. Nimmt man nun wieder, statt wie vorhin, in (110.), $x = x_1$ und $y_1 = 0$, jetzt $x = x_2$ und $y_2 = 0$ an, wovon das Resultat durch

$$113. \quad x_3 = -\frac{a_0}{a_1 + a_2 x_2 + a_3 x_2^2 \ldots . + a_m x_2^{m-1}}$$

bezeichnet werden kann, so wird man abermals der Wahrheit näher kommen, das heifst, x_3 wird dem Werthe von x, für welchen $y = 0$ ist, wieder näher liegen als x_2; und so immer weiter.

Es ergeben sich daher auf diese Weise folgende Näherungs-Ausdrücke:

$$114. \left\{ \begin{array}{l} x_1 = -\dfrac{a_0}{a_1}, \\ x_2 = -\dfrac{a_0}{a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_1^2 \ldots . + a_m x_1^{m-1}}, \\ x_3 = -\dfrac{a_0}{a_1 + a_2 x_2 + a_3 x_2^2 \ldots . + a_m x_2^{m-1}}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n = -\dfrac{a_0}{a_1 + a_2 x_{n-1} + a_3 x_{n-1}^2 \ldots . + a_m x_{n-1}^{m-1}}, \end{array} \right.$$

die ebenfalls, der Reihe nach, einer aus dem anderen berechnet werden können, und die auch in der Regel, und unter der angenommenen Bedingung, dafs x_1 zwischen 0 und x liegt, eine noch bessere Approximation gewähren werden als diejenigen (64.)

15.

Der directe, und gleichsam natürlichste Näherungs-Ausdruck für die Wurzeln algebraischer Gleichungen, nämlich derjenige, welchen die Umkehrung der das Polynom der aufzulösenden Gleichung bildenden Reihe giebt, dürfte hier ebenfalls noch in Betracht kommen; und er dürfte auch selbst für die wirkliche Berechnung, wenn nur die Bedingung erfüllt wird, dafs in der aufzulösenden Gleichung x sehr klein ist, und dafs die Subtangente $-\frac{a_0}{a_1}$ zwischen 0 und x fällt, keineswegs so unbrauchbar sein, als es vielleicht scheint.

Es mag noch eine einfache Entwickelung des aus Umkehrung der Reihe sich ergebenden Ausdrucks folgen.

Das Polynom der aufzulösenden Gleichung werde, wie oben, durch y bezeichnet und $x = \phi y$ gesetzt, so ist, wenn y um k sich verändert,

$$115.\quad \phi(y+k) = x + k\frac{d}{y}x + \frac{k^2}{2}\frac{d^2}{y^2}x + \frac{k_3}{2\cdot 3}\frac{d^3}{y^3}x \ldots\ldots = x + \frac{\Delta}{y}x.$$

Es ist aber

$$116.\qquad \frac{d}{x}y \cdot \frac{d}{y}x = 1,$$

und daraus folgt $\frac{d}{y}x = \frac{1}{\frac{d}{x}y}$, oder wenn man, der Kürze wegen, da wo d auf x sich bezieht, das x nicht besonders anzeigt:

$$117.\qquad \frac{d}{y}x = \frac{1}{dy}.$$

Hieraus folgt weiter

$$118.\left\{\begin{aligned}
&\frac{d^2}{y^2}x = -\frac{d^2y}{dy^2}\cdot\frac{d}{y}x = -\frac{d^2y}{dy^3},\\
&\frac{d^3}{y^3}x = -\frac{d^3y}{dy^4} + \frac{3d^2y^2}{dy^5},\\
&\frac{d^4}{y^4}x = -\frac{d^4y}{dy^5} + \frac{10d^3yd^2y}{dy^6} - \frac{15d^2y^3}{dy^7},\\
&\frac{d^5}{y^5}x = -\frac{d^5y}{dy^6} + \frac{15d^4yd^2y}{dy^7} + \frac{10d^3y^2}{dy^7} - \frac{105d^3yd^2y^2}{dy^8} + \frac{105d^2y^4}{dy^9},\\
&\frac{d^6}{y^6}x = -\frac{d^6y}{dy^7} + \frac{21d^5yd^2y}{dy^8} + \frac{35d^4yd^3y}{dy^8} - \frac{210d^4yd^2y^2}{dy^9} - \frac{280d^3y^2d^2y}{dy^9} + \frac{1260d^3yd^2y^3}{dy^{10}} - \frac{945d^2y^5}{dy^4},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right.$$

Diese Ausdrücke (117. und 118.) sind in (115.) zu setzen.

Nimmt man nun $k = y$ und $x = 0$ an, so geht (115.), wo nun das erste Glied x rechterhand Null ist, in

$$119. \quad \phi(y_0 + y) = + y \frac{d}{y} x_0 + \frac{y^2}{2} \frac{d^2}{y^2} x_0 + \frac{y^3}{2 \cdot 3} \frac{d^3}{y^3} x_0 \ldots = x$$

über; und giebt man y den Werth y_0, der dem Werthe 0 von x correspondirt, negativ genommen, so ist $\phi(y_0 - y) = \phi_0 =$ demjenigen Werthe von x, der dem $y = 0$ zukommt, also gleich der Wurzel der aufzulösenden Gleichung $y = 0$. Man erhält also

$$120. \quad x = -y_0 \frac{d}{y} x_0 + \frac{y_0^2}{2} \frac{d^2}{y^2} x_0 - \frac{y_0^3}{2 \cdot 3} \frac{d^3}{y^3} x_0 \ldots$$

Es kommt also nur darauf an, die Werthe von y, $\frac{d}{y} x$, $\frac{d^2}{y^2} x \ldots$ etc. für $x = 0$ zu haben.

Es ist

$$121. \left\{ \begin{array}{l} y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 \ldots\ldots + a_m x^m; \text{ also} \\ dy = \quad + a_1 \quad + 2a_2 x + 3a_3 x^2 \ldots\ldots + m a_m x^{m-1} \\ d^2 y = \quad + 2a_2 \quad + 2 \cdot 3 a_3 x \ldots\ldots + m \cdot m-1\, a_m x^{m-2} \\ d^3 y = \quad + 2 \cdot 3 a_3 \ldots\ldots + m \cdot m-1 \cdot m-2 \cdot a_m x^{m-3} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right.$$

also, für $x = 0$,

$$122. \left\{ \begin{array}{l} y = a_0, \\ dy = a_1, \\ d^2 y = 2a_2, \\ d^3 y = 2 \cdot 3 \cdot a_3, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ d^n y = 2 \cdot 3 \ldots n a_n; \end{array} \right.$$

und nun, vermöge (117 und 118.),

$$123.\quad \begin{cases} y_0 = a_0, \\ \frac{d}{y}x_0 = \frac{1}{a_1}, \\ \frac{d^2}{y^2}x_0 = -\frac{2a_2}{a_1^3}, \\ \frac{d^3}{y^3}x_0 = -\frac{2\cdot 3a_3}{a_1^4} + \frac{3\cdot 4\cdot a_2^2}{a_1^5}, \\ \frac{d^4}{y^4}x_0 = -\frac{2\cdot 3\cdot 4\cdot a_4}{a_1^5} + \frac{10\cdot 6\cdot 2a_3 a_2}{a_1^6} - \frac{15\cdot 8 a_2^3}{a_1^7}, \\ \frac{d^5}{y^5}x_0 = -\frac{2\cdot 3\cdot 4\cdot 5\cdot a_5}{a_1^6} + \frac{15\cdot 24\cdot 2a_3 a_2}{a_1^7} + \frac{10\cdot 36\cdot a_3^2}{a_1^7} - \frac{105\cdot 6\cdot 4a_3 a_2^2}{a_1^8} + \frac{105\cdot 16\cdot a_2^4}{a_1^9}, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{cases}$$

Man erhält also, vermöge (121.)

$$124.\quad x = -\frac{a_0}{a_1} - \frac{a_0^2 a_2}{a_1^3} - \frac{a_0^3}{a_1^5}(2a_2^2 - a_1 a_3) - \frac{a_0^4}{a_1^7}(a_4 a_1^2 - 5a_1 a_2 a_3 + 5a_2^3)$$
$$- \frac{a_0^5}{a_1^9}(-a_5 a_1^3 + 6a_1^2 a_2 a_3 + 3a_1^2 a_3 - 21 a_1 a_2^2 a_3 + 14 a_2^4)$$
$$- \frac{a_0^6}{a_1^{11}}(+a_6 a_1^4 - 7a_1^3 a_2 a_5 - 7a_1^3 a_3 a_4 + 28 a_1^2 a_2^2 a_4 + 28 a_1^2 a_2 a_3^2 - 84 a_1 a_2^3 a_3 + 42 a_2^5).$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

Da das n^{te} Glied dieser Reihe die Gröſse $a_1\left(\frac{a_0}{a_1^2}\right)^n$ zum Factor hat und nach der Voraussetzung schon $\frac{a_0}{a_1}$ kleiner ist als das sehr kleine x, um so mehr also $\frac{a_0}{a_1^2}$: so ist es schon wahrscheinlich, daſs die Reihe unter den angenommenen Bedingungen immer convergiren werde. Indessen muſs allerdings die Convergenz derselben näher untersucht werden; was einer anderen Gelegenheit vorbehalten bleiben mag.



Über

den Venusdurchgang von 1769.

Von
Hrn. ENCKE.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 30. April 1835.]

Im vorigen Jahre ist eine Handschrift aufgefunden worden, welche über einen viel bestrittenen Punkt in einer Angelegenheit von hohem Interesse vollständige Aufklärung giebt, so weit sie überhaupt noch erreichbar ist. Da ich früher veranlafst worden war, den Gegenstand ausführlich zu bearbeiten und ein paar Bändchen darüber herauszugeben, das was jetzt noch dieser Auffindung wegen hinzuzufügen wäre, sich zu einem besondern Zusatze nicht eignet, und doch zu wichtig ist, als dafs es einer vorübergehenden Bekanntmachung allein anvertraut werden dürfte, so erlaube ich mir hier, das Endresultat im Zusammenhange mit den früheren Untersuchungen niederzulegen.

Die beiden Venusdurchgänge von 1761 und 1769 hatten im vorigen Jahrhundert viele Jahre hindurch die Aufmerksamkeit der gebildeten Welt überhaupt in Anspruch genommen, seitdem Halley in den *Philos. Transact.* 1691 und 1716 darauf aufmerksam gemacht, dafs sie für eine sehr lange Zeit das genaueste und selbst das einzige Mittel seien, mit einem gewissen Grade von Sicherheit die Entfernung der Sonne von der Erde in bekannten Erd-Maafsen zu finden. Bei diesem wie bei jedem Problem die Entfernung eines unzugänglichen Punktes zu finden, wird es zuletzt immer auf eine Anwendung des einfachen Princips hinauskommen, von den Endpunkten einer bekannten Linie aus die Richtung der beiden Linien zu finden, welche sich in dem gesuchten Punkte kreuzen, und daraus den Winkel selbst zu schliefsen, unter welchem die Grundlinie von dem entfernten Punkte aus gesehen sich zeigt. Die Kleinheit dieses Winkels wird über die Sicherheit der Operation ent-

scheiden. Wenn der Winkel sehr klein ist, folglich die gesuchte Entfernung, in Vergleich mit der bekannten Basis, sehr groſs (abgesehen von einer so unvortheilhaften Lage der letzteren, daſs aus diesem Umstande allein die Kleinheit des Winkels hervorgeht), so wird die Unsicherheit des Resultats so gut wie genau in gleichem Verhältniſs wachsen, wie der Quotient: gesuchte Entfernung dividirt durch die bekannte Grundlinie. Hieraus geht hervor, daſs in diesem Falle bei einer einzigen Grundlinie, auf welcher der ganzen Ausdehnung nach mehrere Beobachter vertheilt sind, die übrigens gleich gute Mittel, die Winkel zu messen, besitzen, die Bestimmungen von den Endpunkten der ganzen Basis aus am entscheidendsten sein werden, und die Zuziehung aller Beobachtungen, welche auſserhalb dieser Endpunkte mehr nach der Mitte der Grundlinie hin angestellt sein mögen, nicht wesentlich das Resultat zu ändern im Stande sein werden, was die Endpunkte allein geben.

Bei den Venusdurchgängen können wir, vermöge der Keplerschen Gesetze, die relative Veränderung der drei Punkte, Erd-Centrum, Venus-Centrum und Sonne-Centrum, während der wenigen Stunden der Dauer des Durchgangs mit einer so groſsen Genauigkeit bestimmen, daſs sie als gänzlich fehlerfrei zu betrachten ist. Die beobachteten Berührungen der Venus- und Sonnenränder, von einem Orte auf der Oberfläche der Erde aus, werden folglich, wenn man die Winkelhalbmesser der Sonne und der Venus bestimmt (wozu die Beobachtungsart selbst das schärfste Mittel darbietet), und die sämmtlichen Beobachtungen von verschiedenen Punkten der Erdoberfläche aus auf ein absolutes Zeitmoment reducirt, theils durch Berücksichtigung der Längendifferenz des Beobachtungsorts auf der Erde, theils durch Berücksichtigung der relativen Bewegung der Erde und der Venus um die Sonne, nur noch darin von einander verschieden ausfallen können, daſs die Standpunkte auf der Oberfläche der Erde von einander verschieden sind, und eben dadurch das Mittel darbieten, diese unmittelbar durch Gradmessungen zu bestimmenden Entfernungen der Beobachtungsörter zu vergleichen mit dem Abstande der Venus von der Erde, und also auch, zufolge der Keplerschen Gesetze, der Sonne von der Erde. Es giebt unter den bekannten Himmelskörpern keinen, der bequemer läge. Denn der Mond, dessen Abstand von der Erde wir auf ähnliche Weise mit noch gröſserer Genauigkeit bestimmen können, ist als Erdtrabant nicht unmittelbar mit der Sonne verbunden; seine Entfernung von der Erde erlaubt nicht absolut den Schluſs zu machen, auf

die Entfernung der Erde von der Sonne. Mars kommt selbst in den Oppositionen, die am günstigsten liegen, der Erde nicht so nahe als Venus bei einem Durchgange, folglich ist für Mars die Basis, die wir allein annehmen können, der Erddurchmesser verhältnifsmäfsig noch kleiner wie bei der Venus, und derselbe Fall tritt auch bei Merkur ein. Indessen haben doch alle drei Himmelskörper, bei der grofsen Seltenheit der Venusdurchgänge, bevor diese beobachtet waren, dazu gedient, die Entfernung der Sonne mit gröfserer oder geringerer Annäherung zu bestimmen. Der Merkurdurchgang von 1677 führte Halley zuerst auf die Entdeckung der Wichtigkeit der Venusdurchgänge. Directe Beobachtungen des Mars veranlafsten vor 1761 die ziemlich allgemeine Annahme einer Sonnenparallaxe von 10″, und eine Störungsgleichung in der Mondstheorie gab dem grofsen Tobias Mayer, mit noch gröfserer Annäherung an die Wahrheit, eine Parallaxe von 7,″8, dieselbe Gleichung, welche Laplace später vollkommen mit den Ergebnissen der Venusdurchgänge übereinstimmend gefunden hat.

Aufser dem theoretischen Vorzuge der Venusdurchgänge, dafs bei ihnen der Schlufs vom kleinen Erddurchmesser auf eine viel gröfsere Entfernung noch den kleinsten Sprung darbietet, liegt aber auch in der Beobachtungsart ein praktischer Vorzug, der bei den andern Methoden entweder ganz fehlt oder doch nicht so überwiegend hervortritt. Die Beobachtung der Berührung giebt den Augenblick, wann das Venus-Centrum von dem Sonnen-Centrum scheinbar um einen bekannten Winkel entfernt ist, ohne Hülfe eines Winkelinstruments durch blofse Anschauung, und zwar um so genauer, als die Bewegung der Venus langsam genug ist, um diesen Winkel innerhalb eines sehr kleinen Theils einer Bogensecunde richtig zu erhalten, wenn anders die Berührung bis auf eine oder mehrere Zeitsecunden genau wahrzunehmen sein sollte. Venus durchlief eine Raumsecunde bei den Durchgängen von 1761 und 1769 etwa in 20 Zeitsecunden. Wäre es möglich gewesen, wie Halley hoffte, die Berührung bis auf eine Zeitsecunde genau zu beobachten, so würde man den Winkelabstand bis auf 0,″05 einer Bogensecunde erhalten haben. Die Erfahrung hat dieses freilich nicht bestätigt. Der Fehler wird ihrzufolge im Durchschnitt etwa 7 Zeitsecunden betragen, immer indessen noch den Winkelabstand bis auf $\frac{1}{3}$ einer Bogensecunde, genauer als die damaligen Winkelinstrumente vermogten, finden lassen.

Man darf dabei aber nicht übersehen, dafs diese sieben Zeitsecunden in gewissem Sinne der Inbegriff sämmtlicher Fehlerquellen sind, diese mögen nun in der Verschiedenheit der Fernröhre, der damit wahrscheinlich verbundenen gröfseren oder geringeren Irradiation, der selten ganz günstigen Constitution der Atmosphäre und hauptsächlich vielleicht der ziemlich beträchtlichen Unsicherheit bestehen, welche durch die Nothwendigkeit herbeigeführt wird, die Längen der verschiedenen Beobachtungsörter mit grofser Genauigkeit zu kennen, um alle Berührungsmomente auf einen bestimmten Meridian zurückzuführen. Diese letztere Nothwendigkeit war unbedingt vorhanden im Jahre 1761, wo nur solche Beobachtungen angestellt waren, welche diese Zurückführung durchaus erforderlich machten. Sie konnte dagegen bei dem Durchgange von 1769 umgangen werden. Denn bei ihm trat der sehr günstige Umstand ein, dafs an Örtern der Erde, die weit von einander gelegen waren, Eintritt der Venus auf der Sonnenscheibe und Austritt gesehen werden konnte, also die Gröfse der Sehne bestimmt, welche sie durchlief, und aus der Verschiedenheit zweier Sehnen, bei welchen der Längen-Unterschied ganz wegfiel, die Parallaxe ermittelt.

Immer indessen bleibt bei allen diesen Vorzügen der Umstand in voller Kraft, dafs die Basis, auf welcher sich die Beobachter vertheilen konnten, sehr klein ist, dafs die Endpunkte derselben entweder beide oder doch wenigstens einer in Gegenden fielen, wo nur wenige Beobachter sich vereinigen konnten, und dafs demnach die Resultate dieser geringen Anzahl von Beobachtungen an den Endpunkten der Basis ein so überwiegendes Gewicht, der Natur der Sache nach, haben mufsten, dafs auch die zahlreichsten und genauesten Wahrnehmungen, die mehr nach der Mitte zu angestellt wurden, eher nur eine Prüfung als eine wesentliche Berichtigung geben konnten, wenn an den Endpunkten Fehler begangen worden wären.

Bei dem Durchgange von 1761 kann man die sämmtlichen Beobachtungen als in zwei Gruppen vertheilt betrachten. Zu der ersten gehören die sämmtlichen Europäischen und überhaupt die auf der nördlichen Halbkugel. Sie sind an Standpunkten angestellt, die so nahe bei einander liegen, dafs, bis auf die unvermeidlichen Fehler der Beobachtungen, alle so gut wie völlig unter sich übereinstimmen müssen. Die zweite Gruppe umfafst die auf der südlichen Halbkugel und besonders oder eigentlich ausschliefslich die am Vorgebirge der guten Hoffnung und der Insel Rodrigues, gleichzeitig mit den

Europäischen gemachten Wahrnehmungen beim Austritt. Alle beobachteten Eintritte und folglich auch alle Verweilungen sind unsicher und tragen höchstens zur Berichtigung der Venus-Elemente bei, auf die Parallaxe haben sie keinen Einflufs. Will man auch unter diesen Umständen dem einen Endpunkte der Basis, wegen der grofsen Anzahl der Europäischen Beobachtungen, eine grofse Sicherheit zugestehen, so ist es doch klar, dafs das Resultat, in Bezug auf die Parallaxe, nie eine viel gröfsere Sicherheit wird erlangen können, als die wenigen Beobachtungen auf der südlichen Halbkugel dem andern Endpunkte der Basis es gestatten. Hier aber trat der ungünstige Umstand ein, dafs von den beiden Orten, dem Vorgebirge der guten Hoffnung und der Insel Rodrigues, nothwendig einer ganz aufser Betracht kam, weil in jeder Annahme zwischen den Beobachtungen dieser beiden Stationen ein Unterschied von einer Zeitminute stattfand. Der Verdacht fiel gleich anfangs auf Rodrigues, weil hier die ungünstige Witterung nur ein Moment, die innere Berührung beim Austritt, dem einzigen Beobachter Hrn. Pingré wahrzunehmen erlaubt hatte, während auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung zwei Beobachter jeder zwei Momente, die innere und äufsere Berührung sahen. Fast allgemein entschied man sich, als später die Nothwendigkeit, Rodrigues auszuschliefsen, erwiesen war, für die Annahme, dafs die Zeitminute verschrieben sei, also ein Irrthum des Beobachters stattgefunden. Ich glaube aber wahrscheinlich gemacht zu haben, dafs noch jetzt es in unserer Gewalt steht, diese Beobachtung vollständig zu retten und dadurch die Sicherheit der Bestimmung zu vermehren. Denn da zur Benutzung derselben eine möglichst scharfe Längenbestimmung nothwendig ist, und ein Fehler in der Länge ganz eben so viel wirkt, als ein Irrthum der Beobachtung selbst, da ferner nur wenige Jupiters-Trabanten-Verfinsterungen und Sternbedeckungen, gleichzeitig von Hrn. Pingré beobachtet, die einzige Quelle sind, aus der wir bis jetzt eine Längenbestimmung herleiten können, so hat mir meine Berechnung dieser Beobachtungen zu erkennen gegeben, dafs höchst wahrscheinlich die von Pingré angenommene Länge um etwa eine Zeitminute fehlerhaft ist und man mit den neueren schärferen Daten eigentlich mit gröfserer Annäherung eine Länge findet, welche die Harmonie zwischen den Beobachtungen des Durchgangs am Cap und zu Rodrigues fast völlig herstellt. Es kommt folglich nur darauf an, dafs die Länge der Insel Rodrigues genauer besimmt wird, etwas, was früher oder später ganz gewifs der Fall sein wird, nun die Befrie-

digung zu haben, Beobachtungen von dieser Wichtigkeit, von denen wir in diesem Jahrhundert keine Wiederholung von gleichem Werthe zu hoffen haben, ganz so hergestellt zu sehen, dafs kein weiterer Zweifel über ihre Brauchbarkeit stattfindet.

Bei dem zweiten Venusdurchgange 1769 waren die Umstände bei weitem günstiger. Man konnte vier Stationen wählen und wählte sie wirklich, bei welchen die absolute Genauigkeit der Längenbestimmung entbehrlich war, nämlich die Nordküste der skandinavischen Halbinsel, die Gegend an der Hudson'sbai, die Halbinsel Californien und die Insel Otaheite im Südmeer. Der Anblick der Charte zeigt, dafs hier die Endpunkte der Basis Skandinavien und Otaheite waren, und dafs, wenn an diesen Punkten keine groben Fehler vorgefallen, die in der Mitte liegenden, Hudson'sbai und Californien, sich nahe genug den aus jenen abgeleiteten Resultaten anschliefsen müssen. Zahlreiche Stationen am nördlichen europäischen Eismeer hin schienen das Gelingen zu sichern, allein unglücklicherweise vereitelte schlechtes Wetter an allen die Wahrnehmung des merkwürdigen Phänomens mit Ausnahme von Wardoehus, wo sie vollständig gelang, und von Cajaneborg, wo sie zwar durch Wolken unterbrochen, aber doch so erhalten wurde, dafs, in Ermangelung anderer Daten, sich aus dieser Station etwas würde haben schliefsen lassen. Die übrigen Punkte der Hudson'sbai, Californien und Otaheite erfreuten sich günstigerer Witterung. Immer waren an jedem von diesen nur zwei oder drei Astronomen versammelt. Aufser diesen vier Stationen ward zwar noch das Phänomen theilweise in Europa und Nordamerika zahlreich beobachtet, allein da hier immer nur eine Erscheinung, entweder Eintritt oder Austritt, gesehen wurde, so würden diese isolirten Angaben keinen erheblichen Einflufs gehabt haben, wenn jene vier Hauptpunkte mit günstigem Erfolge den gehegten Erwartungen entsprochen hätten.

Leider trat auch hier wieder der nachtheilige Umstand ein, dafs gerade an einem der Endpunkte der Basis, folglich an dem Punkte, der unter den übrigen der wichtigste ist, zwischen der vollständigen Wahrnehmung in Wardoehus und der weniger vollständigen in Cajaneborg, ein Mangel an Übereinstimmung stattfand, der eine Erklärung der Ursache nothwendig machte. Es konnte hier nicht von einem Verschreiben der Minute die Rede sein, da theils die runde Zahl nicht den Unterschied strenge aufhob, theils die Anwesenheit mehrerer Beobachter an jedem Orte dagegen sicherte. Aber wenn

auch ein zufälliges Verschreiben nicht annehmbar war, so hatte sich der Ruf des einen Astronomen, des Pater Hell in Wardoehus, nicht so fleckenlos erhalten, dafs man nicht die Vermuthung einer wissentlichen Änderung bei sich hätte aufkommen lassen können. Viele Umstände trugen dazu bei. Einmal gehörte Pater Hell einem Orden an, der gerade in dieser Zeit grofsen Anfechtungen ausgesetzt war und kurz nachher aufgehoben ward, er war Jesuit. Als solcher hatte er in seiner langjährigen Verwaltung der Wiener Sternwarte, von woher der König von Dänemark ihn ganz eigends zur Beobachtung des Phänomens nach Wardoehus zu gehen eingeladen hatte, sowohl eine ganz unumwundene Partheilichkeit für alle andere Ordensbrüder gezeigt, so dafs er mit fast blindem Eifer und nicht richtig überlegter Besonnenheit für Alles kämpfte, was von den Ordensmitgliedern ausgegangen war, als auch von Anfang an eine fast beleidigende Eitelkeit auf seine Geschicklichkeit im Beobachten an den Tag gelegt und seine Ansichten von zweckmäfsiger Leitung. Seine und seiner Ordensverwandten Beobachtungen waren die besten und stimmten vortrefflich unter sich, und wo andere Gründe in wissenschaftlicher Hinsicht nicht durchdringen wollten, trug er kein Bedenken, eine Autorität geltend machen zu wollen, welche die andern Astronomen nicht geneigt waren, anzuerkennen. Dann hatte er auch, ganz im Widerspruch mit dem Verfahren der übrigen Beobachter, mit der Bekanntmachung seiner Zahlen so lange gezögert, dafs wenigstens die Mehrzahl der fremden Angaben ihm bekannt sein mufsten, ehe er mit den seinigen vortrat. Um so mehr ward ihm dieses zum Vorwurf gemacht, als namentlich besonders Lalande mit seinem für die Astronomie so wohlthätigen Feuereifer schon im Voraus dringend aufgefordert hatte, um aller Ungewifsheit auszuweichen, schnell in öffentlichen Blättern oder durch briefliche Berichte an die Akademien das erste Resultat bekanntzumachen, was man gefunden, gesetzt auch, dafs eine spätere genauere Berechnung in Kleinigkeiten noch Änderungen bewirken könne. Am 3. Juni 1769 war die Beobachtung gemacht, am 9. reiste Hell von Wardoehus ab, las im November eine Abhandlung in der Kopenhagener Societät über seine Reise, aber theilte erst die Zahlen, auf welche es allein ankam, im Februar des folgenden Jahres durch den Druck mit. Im April scheint diese gedruckte Abhandlung erst recht bekannt geworden zu sein. Was endlich zuletzt noch beitrug, den Verdacht zu verstärken, so vertheidigte sich auch Hell gegen die offenen und versteckten Angriffe auf eine unge-

schickte Weise. Anstatt entweder ganz sie als seiner unwürdig abzuweisen oder triftige Gründe entgegenzustellen, schützte er einen vermeintlichen Befehl des Königs von Dänemark vor, den Niemand annehmen konnte oder den Hell selbst nur veranlafst haben mufste, berief sich auf Übereinstimmung seiner Resultate mit andern, von welchen sogleich sich auswies, dafs sie auf Rechnungsfehler beruhten, und dadurch den Verdacht eher verstärkten, Hell habe, durch diese Rechnungsfehler verleitet, seine Zahlen modificirt, erbot sich, was ganz unwürdig war, sein ursprüngliches, von jeder Correctur freies Journal vorzulegen und stützte sich auf seine langjährige Autorität, in Vergleich mit welcher er die Geschicklichkeit der Gegner herabsetzte und so nur die Angriffe bitterer machte. Es war etwas schwierig, bei diesem Widerstreit der Meinungen einen Weg bei der Benutzung der Wardoehuser Beobachtungen einzuschlagen, der nichts wohlbegründetes übergehen liefse und doch keiner Verfälschung zu vielen Einflufs einräumte. Denn so wie die Streitschriften vorlagen, konnte man sichere Beweisgründe für eine Verfälschung nicht aufstellen. An den einmal bekanntgemachten Zahlen hielt Hell fest, ohne davon abzuweichen, man mochte später Übereinstimmung oder Abweichung von andern nachweisen. Nur ein starker Verdacht blieb bei jedem Unpartheiischen zurück. Demgemäfs schlug ich auch den Weg ein, dafs ich den Vorzug der Hellschen Beobachtung, dafs sie frei von einer scharfen Längenbestimmung war, aufgab, und seinen beobachteten Eintritt und Austritt nicht in die natürliche Verbindung brachte, sondern als isolirte Beobachtung aufführte. Hierdurch wurde erreicht, dafs durch die Zusammenstellung mit den andern Europäischen Beobachtungen, welche freilich nur den Eintritt gegeben hatten, eine etwanige Verfälschung dieses Datums von Hell's Seite keinen merklichen Einflufs haben konnte, und da der Austritt von Hell noch weniger merklich von den übrigen, wenngleich entfernter liegenden Stationen verschieden angesetzt war, so erreichte ich dadurch den Zweck unter Benutzung der Hellschen Beobachtung als einer strengrichtigen, doch mich am meisten dem Resultate zu nähern, was die andern Beobachtungen gegeben haben würden, wenn Hell's Beobachtung nicht vorhanden gewesen wäre. So gab die Mitbenutzung der Wardoehuser Bestimmungen die Parallaxe $= 8\overset{''}{.}60$, die sämmtlichen Beobachtungen ohne sie $8\overset{''}{.}58$, eine Differenz, die ganz innerhalb des wahrscheinlichen Fehlers lag.

Nach einer so langen Zwischenzeit hätte man fast die Hoffnung aufgeben sollen, eine nähere Einsicht in den Grund oder Ungrund des Verdachtes zu bekommen, wenn nicht unerwartet eine kürzlich erschienene Schrift des Hrn. C. L. Littrow (Sohn des Direktors der Wiener Sternwarte) alle Aufklärung verschafft, die man wünschen kann. Ein Theil von Hell's hinterlassenen Handschriften fand sich im Besitze des Herrn Georg Freiherrn von Münch-Bellinghausen, auf den sie von seinem Oheime, dem verstorbenen Joseph Freiherrn von Penkler, einem eifrigen Beschützer und Freunde Hell's, übergegangen war. Auf den Wunsch des Hrn. Direktor Littrow wurde nicht nur die Mittheilung derselben gestattet, sondern auch, als man ihre Wichtigkeit erkannte, das Ganze der Bibliothek der Wiener Sternwarte zum Geschenk überlassen.

Unter diesen Manuscripten fand sich gleich bei der ersten Durchsicht ein Heft, was den unläugbaren Stempel des von Hell in Wardoehus geführten astronomischen Tagebuchs trägt. Hiefür sprechen die stets chronologische Ordnung der darin enthaltenen Bemerkungen, die eilige schlechte häufig wechselnde Schrift, die Aufzeichnung von Beobachtungen, welche nicht publicirt sind, viele nur bei einem Brouillon allenfalls zu gestattende Bemerkungen, lauter Andeutungen, welche es gänzlich unterschieden von andern für die öffentliche Bekanntmachung bestimmten Papieren, welche ebenfalls unter den Manuscripten sich befanden.

Wenn nun aber auch dieses Heft sogleich zu erkennen giebt, daſs die von Einigen der erbittertsten Gegner von Hell hingeworfene oder angedeutete Beschuldigung, als habe ungünstige Witterung ihn in Wardoehus eben so an der Beobachtung gehindert, wie es den meisten ihm nahe eingerichteten Sternwarten ergangen, und er erst später aus andern entfernteren Beobachtungen die Zahlen gerathen, gewissermaſsen interpolirt, gewiſs ungegründet ist, eine Beschuldigung, die in der That auch, bei ruhiger Erwägung der Verhältnisse, so unwahrscheinlich war, daſs sie fast an Unmöglichkeit grenzte, so ergiebt sich doch leider aus eben dem Manuscripte, daſs der gehegte Zweifel gegen die völlige Treue, mit welcher Hell die Resultate seiner Beobachtung bekanntgemacht haben sollte, in jeder Hinsicht gegründet ist, ja es gehen daraus auch einige Umstände hervor, die über die praktische Erfahrung, welche man Hell'n hätte zutrauen sollen, ein nachtheiliges Urtheil fällen lassen. Hell hat auf eine unzweckmäſsige Weise die Hülfsmittel, welche ihm

zu Gebote standen, benutzt, er hat weder unbefangen noch scharf beobachtet und, was das nachtheiligste ist, in wichtigeren wie in unwichtigeren Zahlen-Angaben nie Bedenken getragen, durch Correcturen und Radirungen im Manuscripte selbst und durch ungenaues, absichtlich nicht treues Ausziehen der Data aus den Originalpapieren sowohl der Sache als der Form nach etwas anderes gegeben als er gesehen, so dafs nicht einmal in allen Fällen das Richtige oder vielmehr Unverfälschte wieder hergestellt oder auch nur immer der Grund angegeben werden kann, warum er gerade hier von seiner Beobachtung abgewichen sei. Namentlich ist das wichtige Moment des Eintritts, das Moment, wegen dessen Unterschied von Cajaneborg am heftigsten der Streit entbrannte, so geändert, dafs von den drei Beobachtern, Hell, seinem eigenen Gehülfen Sainovicz, und einem Norwegischen Gehülfen Borgrewing, nur von einem Einzigen, von Borgrewing, den Hell als einen ganz ungebildeten und ungeübten Beobachter schildert, die gemachte Wahrnehmung als rein von allen Correcturen erscheint. Weniger sind bei dem Austritt die Zeiten verfälscht. Dagegen sind wieder die correspondirenden Sonnenhöhen, aus welchen die Zeitbestimmung hergeleitet ist, nicht treu von Hell bekannt gemacht. Alle die, welche weniger gut mit dem Mittel übereinstimmten, sind entweder weggelassen oder so geändert, dafs sie dem Mittel möglichst nahe kommen. Ein Verfahren, was, wenn es auch im Ganzen nicht wesentlich das Resultat ändern kann, da das allgemeine Mittel der Prüfstein für die weniger gut stimmenden Beobachtungen ist, und folglich eine Annäherung daran nicht wesentlich das Endresultat ändert, doch ein sehr nachtheiliges Licht auf die Gewissenhaftigkeit Hell's wirft. Wie soll man Zutrauen zu seinen Zahlen-Angaben haben, wenn ein so augenscheinliches Beispiel lehrt, dafs er nur darauf sah und jedes Mittel erlaubt hielt, wodurch er die hohe Meinung von seinen Fähigkeiten zu befestigen hoffte. Es ist dabei merkwürdig, dafs auch hier wieder ein Fall eintrat, in welchem die Dreistigkeit des Corrigirens den beabsichtigten Zweck ganz verfehlte und von der Wahrheit entfernte. Den Tag nach dem Venusdurchgange fand eine Sonnenfinsternifs statt, welche an vielen und denselben Orten eben so wie der Venusdurchgang beobachtet ward, und ein höchst schätzbares Mittel darbot, die Länge dieser Örter, deren man für den Durchgang bedurfte, zu bestimmen. Hätte Hell seine unverfälschte Beobachtung bekannt gemacht, so würde sein beobachteter Anfang und Ende gut zusammen gestimmt haben.

Statt dessen machte er in der Beobachtung des Anfangs eine Änderung, die, nach seiner Berechnung, Anfang und Ende vollkommen übereinstimmend machte. Allein da er irrige Elemente bei der Berechnung angewandt, so fand sich bei der schärferen Untersuchung, dafs die Beobachtung des Anfangs, wie Hell sie verfälscht bekannt gemacht hatte, um 40″ in Zeit fehlerhaft war, ein so grober Irrthum, dafs dadurch die 26jährige Erfahrung, mit der Hell sich brüstete, sehr in das Gedränge kam, und von seinen Gegnern, als doch nicht so ganz unfehlbar, mit einigem Spotte angegriffen ward.

Aus diesen Bemerkungen geht folglich im Ganzen das hervor, dafs die Auffindung des Hell'schen Manuscripts den Werth, den man auf die Wardoehuser Beobachtung, so wie Hell sie bekannt gemacht, legen kann, so verringert hat, dafs man sie durchaus nicht mit anderen unverfälschten, wenn auch vielleicht unter weniger günstigen Umständen angestellten, zusammenbringen darf. Die von Hell bekannt gemachten Zahlen müssen ganz verworfen werden. Dagegen kann man aus dem Manuscripte, mit gröfserer Zuversicht auf die Wahrhaftigkeit der Angaben, alle die Zahlen nehmen, welche frei von Correcturen sind, oder bei welchen die ursprüngliche Lesart sich noch erkennen läfst. Ob Borgrewing, den Hell als ungeübt schildert, die Beobachtung gemacht hat oder Hell selbst, kommt dabei weniger in Betracht, und in der That zeigt auch der Erfolg, dafs hier, wie in den meisten andern Fällen, eine vorurtheilsfreie Wahrnehmung auch von einem ungeübten Beobachter sich der Wahrheit und den übrigen gleichzeitigen Beobachtungen näher anschliefst, als eine verfälschte und willkührlich geänderte Angabe. Diesen Weg hat Hr. Littrow eingeschlagen, und ich finde nicht für nöthig, in irgend einem Punkte von seinen Reductionen abzugehen.

Hiernach stellen sich die Beobachtungen so:

1) Für die Länge von Wardoehus.

Anfang der ⊙ Finsternifs	Jun. 4.	$21^h\ 20'\ 3''{,}6$	M. Zt.
Ende « «	«	23 20 23,3	« «

wo bei dem Anfange, nach den Worten des Tagebuchs ... $10^h\ 8'\ 10''$ *sed mihi jam 20 circiter secundis antea coepisse videtur* ... als Uhrzeit des Anfangs $10^h\ 7'\ 50''$ angenommen ist.

2) Für den ♀ Durchgang.

Eintritt Inn. Berührung Lichtfaden.	$9^h\ 32'\ 9''{,}1$	M. Zt.	Borgrewing.
Austritt « « «	15 25 4,6	« «	Hell.

Hieraus findet sich:

1) Länge von Wardoehus. Nach den Berechnungen der Sonnenfinsternifs, mit Zuziehung der Correctionen

$$d\lambda = +5{,}''820 \quad d\beta = -8{,}''253 \quad d(R+r) = +1{,}''307$$

sollte der Anfang und das Ende stattfinden um

$19^h\ 24'\ 54{,}''7$ M. Par. Zt.
21 25 22, 0 « « «

folglich Länge aus dem Anfange $1^h\ 55'\ 8{,}''9$
Ende 1 55 1, 3

oder mit Ausschlufs des unsichern Anfangs, wie bei allen andern Orten,

$1^h\ 55'\ 1{,}''3.$

Die frühere Rechnung nach Hell's Angaben macht sie

$1^h\ 55'\ 3{,}''3$

folglich nur wenig verschieden.

2) Für den ♀ Durchgang geben die auf die hypothetisch angenommenen Elemente gegründeten Rechnungen den Eintritt in mittlerer Pariser Zeit

$$7^h\ 37'\ 7{,}''7 + 10{,}2367\, d\alpha + 16{,}2359\, d\delta - 44{,}4996\, d\pi - 19{,}6582\, d(R-r)$$

und den Austritt

$$13^h\ 29'\ 56{,}''5 + 16{,}5381\, d\alpha - 8{,}1345\, d\delta + 30{,}8367\, d\pi + 19{,}6636\, d(R-r),$$

die Beobachtung gab dafür mit der obigen Länge

$7^h\ 37'\ 7{,}''8$
13 30 3, 3.

Folglich sind die beiden Bedingungsgleichungen für den Eintritt und Austritt

$$-0{,}''1 + 10{,}2367\, d\alpha + 16{,}2359\, d\delta - 44{,}4996\, d\pi - 19{,}6582\, d(R-r)$$
$$-6{,}8 + 16{,}5381\, d\alpha - 8{,}1345\, d\delta + 30{,}8367\, d\pi + 19{,}6636\, d(R-r).$$

Nach den früheren Rechnungen waren die zur Ermittelung der wahrscheinlichsten Werthe gebildeten Summen bei der Vereinigung beider Classen:

$$[nn] = 17377{,}435$$
$$[an] = +4045{,}232$$
$$[bn] = +6789{,}685$$
$$[cn] = -20684{,}862$$
$$[dn] = -8249{,}372$$

$[aa] = + \quad 8683,386$
$[ab] = + \quad 11500,665$
$[ac] = - \quad 33514,737$
$[ad] = - \quad 13151,901$
$[bb] = + \quad 22886,833$
$[bc] = - \quad 53010,147$
$[bd] = - \quad 28647,815$
$[cc] = + \quad 171021,172$
$[cd] = + \quad 63756,697$
$[dd] = + \quad 36395,779,$

bei welchen, wegen der Wardoehuser Beobachtung, folgende 3 Bedingungsgleichungen, die zwei ersten für den Eintritt, die dritte für den Austritt mit zugezogen waren:

$$+ 16'',5 + 10,2367\, d\alpha + 16,2359\, d\delta - 44,4996\, d\pi - 19,6582\, d(R-r)$$
$$+ 19,5 + 10,2367\, d\alpha + 16,2359\, d\delta - 44,4996\, d\pi - 19,6582\, d(R-r)$$
$$- 11,0 + 16,5381\, d\alpha - 8,1345\, d\delta + 30,8367\, d\pi + 19,6636\, d(R-r).$$

Bildet man folglich die Producte aus diesen drei Bedingungsgleichungen, zieht sie von den obigen Summen ab, und legt dafür die Producte aus den obigen zwei neuen, in die Stelle dieser drei eintretenden Bedingungsgleichungen hinzu, so erhält man für 105 Gleichungen die folgenden Producte:

$[nn] = + \quad 16650,455$
$[an] = + \quad 3745,150$
$[bn] = + \quad 6169,404$
$[cn] = - \quad 18948,916$
$[dn] = - \quad 7457,142$
$[aa] = + \quad 8578,596$
$[ab] = + \quad 11334,461$
$[ac] = - \quad 33059,204$
$[ad] = - \quad 12950,668$
$[bb] = + \quad 22623,227$
$[bc] = - \quad 52287,647$
$[bd] = - \quad 28328,646$
$[cc] = + \quad 169040,934$
$[cd] = + \quad 62881,917$
$[dd] = + \quad 36009,343$

bei welchen das Gewicht einer Beobachtung der I. Classe $= 1$, das einer der II. Classe $= 0{,}4530156$ angenommen ist. Es sind 82 Beobachtungen der I. und 23 Beobachtungen der II. Classe.

Die strenge Elimination giebt dafür die Werthe:

$$\Delta\alpha = +\ 0{,}00709 - 0{,}45412\ d(R-r)$$
$$\Delta\delta = -\ 0{,}04899 + 1{,}45457$$
$$\Delta\pi = +\ 0{,}09833 - 0{,}01087\ d(R-r),$$

wobei die Divisoren sind:

für $\Delta\alpha \ldots\ldots$ 1922,677
$\Delta\delta \ldots\ldots$ 5868,068
$\Delta\pi \ldots\ldots$ 31951,678.

Der Unterschied dieser Resultate von den früher gefundenen beträgt nur bei

$\Delta\alpha \ldots\ldots + 0{,}''03$
$\Delta\delta \ldots\ldots - 0{,}02$
$\Delta\pi \ldots\ldots + 0{,}01,$

so daſs für die beiden andern Elemente es ganz unnöthig sein wird, den Ort der ♀ ihnen zufolge neu zu bestimmen. Für π erhält man, wenn die Correction von $d(R-r) = -\ 0{,}''4375 + 1{,}031\ d\varrho'$ angebracht ist, wie sie sich aus der Vergleichung beider Durchgänge ergab, und wenn man die hypothetisch angenommene Gröſse für $\pi = 8{,}49$ berücksichtigt, als Resultat der neueren Berechnung aus dem ♀ Durchgange für 1769 allein:

$$\pi = 8{,}593087 - 0{,}0112\ d\varrho$$
$$W.\,F. = \pm\ 0{,}''04599.$$

In aller Strenge hätte noch das Verhältniſs einer Beobachtung der I. Classe zu einer der zweiten so bestimmt werden müssen, wie es den übrig bleibenden Fehlern gemäſs ist. Dieses würde für die jetzige Rechnung gewesen sein

0,4379,

wofür angenommen ist 0,4530. Der Unterschied ist aber auch hier so unbeträchtlich, daſs eine neue Rechnung nicht der Mühe verlohnt.

Vereinigt man endlich die Resultate beider Durchgänge:

1761 .... $8{,}5309 - 0{,}0136\ d\varrho.$ $W.\,F.\ \pm\ 0{,}0623$
1769 .... $8{,}5931 - 0{,}0112$ « « « $\pm\ 0{,}0460,$

so findet sich zuletzt

$$\pi = 8'',57116 - 0,0120\, d\varrho$$
$$W.F. = \pm\, 0,0370.$$

Statt dieser Gröfse hatten die früheren Rechnungen gegeben

$$8'',5776,$$

nur um 0'',0064 verschieden, eine Gröfse, die, da sie ganz innerhalb der wahrscheinlichen Grenze liegt, weiter keine Beachtung verdient.

Dieser neuen Bestimmung zufolge wird also die Entfernung von der Sonne

$$= 20,682329 \text{ Geogr. Meil.}$$

mit einer Unsicherheit von etwa $\frac{1}{232}$ des Ganzen oder von ± 90,000 Meilen. Die frühere Rechnung war nur um 15,500 Meilen verschieden.

Das Taylor'sche Theorem, als Grundlage der Functionen-Rechnung.

Von



H[rn.] POSELGER.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 14. Mai 1835.]

Function.

1. Wir nennen: Ausdruck eine beliebige Anzahl von $(n+1)$ algebraischen Rechnungs-Elementen, vereinigt durch symbolische Reihen, welche die Regel ihrer Zusammenstellung andeuten. Werth ist die Zahl, in welche, für eine angenommene Einheit, der Ausdruck übergeht, wenn die darin symbolisch angedeuteten Rechnungen in Zahlen wirklich ausgeführt werden. Ist der Werth des Ganzen, $n+1$ Elemente enthaltend, vorgeschrieben, so können n derselben, ihrer Gröfse nach, willkührlich angenommen werden, das $n+1^{\text{ste}}$ ist dann als Ergänzung mit bedingt. Diese Bestimmung des einen durch alle übrigen wird in der Form einer Gleichung jenes mit diesen dargestellt. Durch eine solche erlangt das Element einen absoluten Werth. Es kann in dieser Beziehung nicht in mehr als einer Gleichung, als das zu bestimmende, vorkommen. Wenn wir $x-a=0$ setzen, so ist es unmöglich, dafs $x-b=0$ sei, wenn b und a verschiedene Werthe haben. Dies aber hindert nicht, das x, ohne Rücksicht auf seinen Werth, als blofses Rechnungs-Element anzusehen und $x-a=0$ mit $x-b=0$ zu multipliciren, worauf denn das Product keine absolute Werthbestimmung für x, sondern nur die Aufgabe enthalten kann, dafür eine Zahl zu finden, welche der in der Aufgabe liegenden Bedingung genüge. Die Auflösung zeigt dann wieder nur die Regel, dahin zu gelangen, und, nach ihr verfahren, müssen aus einer solchen wirklichen Verschmelzung ganz verschiedener Werthgleichungen desselben Elements x in eine einzige, eben so viel einzelne Werthbestimmungen hervorgehen. Ist

aber die Aufgabe keine solche wirkliche Combination verschiedener wirklicher Gleichungen, sondern nur die Form einer solchen, und sind darin die bestimmenden Elemente: a, b, $c\dots$ nach Willkühr, ihrem Werthe nach, gegeben, so kann in solcher willkührlichen Annahme ein Widerspruch liegen, welcher die Werthbestimmung des x durchaus oder theilweise unmöglich macht. Daher die sogenannten imaginären Wurzeln einer Aufgabe.

Keine Wurzeln einer Gleichung sind also an sich selbst imaginär, sie werden es erst durch eine widersinnige Werthbestimmung der darin vorkommenden Rechnungs-Elemente, wie wenn man $a+b=3$ und $4ab=12$ setzen wollte, welches unmöglich ist, weil nothwendig $4ab<(a+b)^2$ sein mufs; daher zwar $(a+b)^2-4ab=(a-b)^2$ zwei verschiedene Wurzeln $+(a-b)$ und $-(a-b)$ hat, die aber aus jenen willkührlich angenommenen Werthen nicht darstellbar sind, weil diese Annahmen etwas widersprechendes enthalten.

Es liegt hiernach in der Natur einer Gleichung, dafs jedes einzelne Element, wenn die damit verbundenen als unveränderlich gegeben sind, nur gewisse reale oder imaginäre Werthe erhalten kann, und soll es aufser diesen, durch die Rechnungsform der Gleichung selbst bedingten, noch andere erhalten, soll es continuirlich jeden zwischen $-\infty$ und $+\infty$ liegenden Zahlenwerth annehmen können, so mufs wenigstens noch eines der übrigen als ebenfalls veränderlich und jeden Werthes fähig gedacht werden.

2. Hieraus ergiebt sich der Begriff einer Function, eines Ausdrucks, welcher einer veränderlichen Zahlengröfse gleich gelten soll, in sich selbst aber solche enthält, deren Werth als mit jener zugleich sich ändernd gedacht wird.

Bezeichnen wir mit:

$$\phi(x, y, z \dots\dots u \dots\dots a, b, c \dots\dots)$$

einen algebraischen Rechnungsausdruck, in welchem die Elemente $x, y, z \dots\dots$ a, b, $c\dots\dots$ auf irgend eine beliebige Weise combinirt sein mögen.

Wird nun, durch ein zulässiges Rechnungsverfahren, eins derselben, u, von den übrigen getrennt, in dieser Form einer Gleichung:

$$(1) \qquad u = f(x, y, z \dots\dots a, b, c \dots\dots,$$

so ist u eine Function der veränderlichen Zahlgröfsen $x, y, z\dots\dots$, die aber keinen Einflufs hat auf die Werthe der $a, b, c\dots\dots$, welche als unveränderlich gedacht werden.

Es liegt aber in der Natur des Rechnungsverfahrens überhaupt, dafs jede Änderung eines Zahlenwerthes als eine Addition dargestellt werden kann, wenn wir unter diesem Namen die Subtraction mit verstehen. Wir drucken also jede Änderung des Werthes einer Variabeln, x, aus, durch $x+\Delta x$ und verstehen dann unter x eine an sich in bestimmten Grenzen eingeschlossene Zahl, welche durch den Zusatz oder die Hinwegnahme eines Incrementes Δx verändert werden soll.

Eine solche Werthänderung geschieht in der That sprungweise: sie wird aber der Idee eines continuirlichen Flusses von Änderungen dadurch so nahe gebracht, als wir wollen, dafs Δx kleiner gesetzt werden kann, als jede angegebene Gröfse. Das gänzliche Verschwinden aber desselben durch eine Verkleinerung ohne Ende, oder, wie gesagt wird, das unendlich Kleine, liegt nur als ein Näherungsverfahren in der Idee und läfst sich eben so wenig in Rechnung nehmen, als sich aus geometrischen Punkten eine Linie zusammensetzen läfst.

Um nun die Änderungen der Function U als von den Änderungen der darin enthaltenen veränderlichen Elemente abhängig, in Form einer Gleichung darzustellen, schreiben wir:

$$(2) \qquad U_{\overline{x}} = f\overline{(x, y, z \ldots . a, b, c \ldots .)}$$

$$(3) \qquad U_{\overline{x,y}} = f\overline{(x, y, z \ldots . a, b, c \ldots .)}$$

u. s. w.,

je nachdem wir darin vorzugsweise die Abhängigkeit des x oder des y oder mehrere von den übrigen in Betracht ziehen wollen; und für wirkliche Werthänderungen:

$$(4) \qquad U_{\overline{x+\Delta x}} = f\overline{x+\Delta x,\ y,\ z \ldots . a, b, c \ldots .},$$

$$(5) \qquad U_{\overline{x+\Delta x,\ y+\Delta y}} = f\overline{x+\Delta x,\ y+\Delta y,\ z \ldots . a, b, c \ldots .}$$

u. s. w.

3. Da nach dem Gesagten auch die Veränderung der Function u, wie die der x, y, u. s. w. als eine Addition angesehen werden kann, so setzen wir ferner:

$$(6) \qquad U+\Delta U = f\overline{x+\Delta x,\ y+\Delta y \ldots .},$$

und um genauer anzudeuten, welche dieser Variabeln eigentlich das ΔU erzeugt, bezeichnen wir dieses mit: $\Delta_x U$; $\Delta_y U$; $\Delta_{\overline{x,y,U}}$ u. s. w.

Weil nun dies Increment für sich, aus dem ursprünglichen Ausdruck $f_{\overline{x, y, z \ldots\ldots}}$ gezogen werden mufs, so läfst sich in ΔU kein anderes veränderliches Element annehmen, als welches auch in dem ursprünglichen U enthalten war. Zu den in diesen enthaltenen Constanten aber, a, b, $c \ldots\ldots$ kommen nun noch die Incremente Δx, Δy etc. hinzu. ΔU ist mithin eine von U abstammende Function, welche aber von dieser im Allgemeinen verschieden ist, sowohl in den ihr eignen Elementen, als in der Art ihrer Zusammensetzung.

Bezeichnen wir also die Function U mit $U_{\overline{x, y, z \ldots\ldots}}$, oder auch mit $U_{\overline{x_0, y_0, z_0 \ldots\ldots}}$, so werden wir analog ΔU zu bezeichnen haben mit

$$U_{\overline{x_1, y_1, z_1, \ldots\ldots \Delta x, \Delta y, \Delta z \ldots\ldots}}$$

In dem angegebenen Sinne erhalten wir nach (4), (5), (6), aus

$$U_{\overline{x}} = f_{\overline{x, y, z \ldots\ldots a, b, c \ldots\ldots}}$$

$$(7) \qquad U_{\overline{x+\Delta x}} = U_{\overline{x}} + \Delta_{\overline{x}U}.$$

Diese Gleichung zeigt offenbar, dafs $\Delta_{\overline{x}U} = 0$ sein mufs, wenn $\Delta x = 0$ wird. Es kann aber nicht gleichzeitig mit Δx und völlig mit demselben anders verschwinden, als wenn $\Delta_{\overline{x}U}$ ein Product ist, dessen einer Factor $= \Delta x$ und der andere eine aus der Function $U_{\overline{x}}$ abgeleitete neue Function $U_{\overline{x_1, \Delta x}}$.

Hieraus folgt die G r u n d g l e i c h u n g d e r F u n c t i o n e n - R e c h n u n g:

$$(8) \qquad U_{\overline{x_0+\Delta x}} = U_{\overline{x_0}} + \Delta x \cdot U_{\overline{x_1, \Delta x}}.$$

4. Aus (8) ergiebt sich, ganz auf die nämliche Weise:

$$(9) \quad U_{\overline{x_0+\Delta x'}} = U_{\overline{x_0}} + \Delta x' \cdot U_{\overline{x, \Delta x'}}$$

$$(10) \quad U_{\overline{x_0+\Delta x'+\Delta x''}} = U_{\overline{x_0}} + \Delta x'' \cdot U_{\overline{x_1, \Delta x''}} + \Delta x' \cdot U_{\overline{x_1+\Delta x'', \Delta x'}}$$

$$U_{\overline{x_1+\Delta x''}} = U_{\overline{x_1}} + \Delta x'' \cdot U_{\overline{x_2, \Delta x''}}; \text{ daher}$$

$$(11) \quad U_{\overline{x_0+\Delta x'+\Delta x''}} = U_{\overline{x_0}} + \Delta x'' \cdot U_{\overline{x_1, \Delta x''}} + \Delta x' \cdot \Delta x'' \cdot U_{\overline{x_2, \Delta x', \Delta x''}} + \Delta x' \cdot U_{\overline{x_1, \Delta x'}}$$

für zwei hinzukommende von einander verschiedene Incremente: $\Delta x'$, $\Delta x''$.

Durch Wiederholung desselben Verfahrens erhalten wir für drei Incremente: $\Delta x'$, $\Delta x''$, $\Delta x'''$:

$$(12)\quad U_{\overline{x_0+\Delta x'+\Delta x''+\Delta x'''}}$$
$$= U_{\overline{x_0}} + \Delta x' \cdot U_{\overline{x_1,\Delta x'}} + \Delta x' \cdot \Delta x'' \cdot U_{\overline{x_2,\Delta x',\Delta x''}} + \Delta x' \cdot \Delta x'' \cdot \Delta x''' \cdot U_{\overline{x_3,\Delta x',\Delta x'',\Delta x'''}}$$
$$+ \Delta x'' \cdot U_{\overline{x_1,\Delta x''}} + \Delta x' \cdot \Delta x''' \cdot U_{\overline{x_2,\Delta x',\Delta x'''}}$$
$$+ \Delta x''' \cdot U_{\overline{x_1,\Delta x'''}} + \Delta x'' \cdot \Delta x''' \cdot U_{\overline{x_3,\Delta x'',\Delta x'''}}.$$

Für jedes hinzukommende neue Increment erhalten wir auf dieselbe Weise eine Reihe, wie (12), bestehend, für n Incremente, aus $n+1$ Gliedern, deren erstes: die ursprüngliche Function $U_{\overline{x}}$; das zweite: die Summe aller Producte der abgeleiteten Functionen: $U_{\overline{x_1,\,\Delta x}}$ in die Unionen der Δx; das dritte: die Summe aller Producte der abgeleiteten Functionen: $U_{\overline{x_2,\,\Delta x',\,\Delta x''}}$ in die Binionen der Δx, und so weiter die Summe aller Producte der abgeleiteten Functionen: $U_{\overline{x_r,\,\Delta x',\,\Delta x''\ldots\Delta x^{(r)}}}$ mit allen Zusammenstellungen der n Δx zu r ohne Wiederholungen.

Der geführte Beweis ist blos auf die Natur gegründet der Änderung des Werthes einer Variabeln, nach welcher sie sich als eine Addition oder Subtraction darstellen läfst. Er umfafst also alle Functionen ohne Unterschied, und so, wenn wir z. B. $\sin x$ für $U_{\overline{x}}$ setzen, mufs sich auch $\sin \overline{x+\Delta x' \ldots}$ in einer Reihe, wie (12), entwickeln lassen.

$$\sin \overline{x+\Delta x' \cdots} = \sin x_0 + \Delta x' \;\sin \overline{x_1,\Delta x'} + \Delta x',\ \Delta x'' \sin \overline{x_2,\Delta x',\ \Delta x''} + \text{etc.}$$
$$+ \Delta x'' \;\sin \overline{x_1,\Delta x''} + \Delta x',\ \Delta x''' \sin \overline{x_2,\Delta x',\ \Delta x'''}$$
$$+ \cdots\cdot \qquad\qquad + \cdots\cdot$$
$$+ \Delta x^{(r)} \sin \overline{x_1,\Delta x^{(n)}} + \Delta x^{(r)},\ \Delta x^{(s)} \sin \overline{x_2,\Delta x^{(r)},\Delta x^{(s)}}.$$

Setzen wir nun die Incremente Δx einander gleich, oder, was einerlei ist, zerlegen wir die Summe aller Änderungen der Variabeln in gleiche Quoten, so wird die Entwickelung von $U_{\overline{x+\Delta x}}$ in eine Reihe übergehen, deren Glieder nach steigenden positiven ganzen Potenzen eines Incrementes Δx fortschreiten.

Die nach (12) gebildete Reihe verwandelt sich dann in diese:

$$(13)\quad U_{\overline{x_0+n\,\Delta x}} = U_{\overline{x_0}} + \frac{n}{1}\,\Delta x \cdot U_{\overline{x_1,\,\Delta x}} + \frac{n \cdot \overline{n-1}}{1 \cdot 2}\,\Delta x^2 \cdot U_{\overline{x_2,\,\Delta x}}$$
$$+ \frac{n \cdot \overline{n-1} \cdot \overline{n-2}}{1 \cdot 2 \cdot 3}\,\Delta x^3 \cdot U_{\overline{x_3,\,\Delta x}} + \cdots\cdot$$
$$+ \frac{n \cdot \overline{n-1} \cdots\cdot \overline{n-\alpha+1}}{1 \cdot 2 \cdots\cdot \alpha}\,\Delta x^\alpha \cdot U_{\overline{x_\alpha,\,\Delta x}} + \cdots\cdot$$

In einer solchen Reihe läfst sich also jede Function $f\overline{x}$, wenn die Variable x in $x \pm \Delta x$ übergeht, darstellen, und da in obiger Herleitung keine Rücksicht genommen ist auf die Werthe von x und Δx, so mufs diese Entwickelungsreihe gelten, was für Werthe man auch demnächst diesen Gröfsen beilegen möge, und der Schein, als gäbe es Ausnahmen hievon, und als wäre die Reihe in einigen Fällen mangelhaft (*fautif*), mufs sich jederzeit wegschaffen lassen.

Reihe von Taylor.

5. Die Summe aller Zusammenstellungen von n gleichen Elementen Δx zu α derselben ist

$$= \frac{n \cdot n-1 \cdots\cdots n-\alpha+2 \cdot n-\alpha+1}{1 \cdot 2 \cdots\cdots \alpha-1 \cdot \alpha} \cdot \Delta x^{\alpha},$$

wir bezeichnen diese der Kürze wegen mit $\overset{\alpha}{p}_n \Delta x$.

Es ist also, nach (12),

$$14. \quad U\overline{x_0 + \Delta x' + \Delta x'' \cdots\cdots + \Delta x^{(n)}} = U\overline{x_0} + \overset{1}{p}_n \Delta x\, U\overline{x_1}, \overset{1}{p}_n\overline{\Delta x}$$
$$+ \overset{2}{p}_n \Delta x \cdot U\overline{x_2}, \overset{2}{p}_n\overline{\Delta x} + \cdots\cdots + \overset{\alpha}{p}_n \Delta x\, U\overline{x^{\alpha}}, \overset{\alpha}{p}_n\overline{\Delta x} + \cdots\cdots$$

vom ersten bis zum $1+\alpha^{\text{ten}}$ Gliede einschliefslich.

Dies ist, wenn wir uns des Summenzeichens Σ in dem üblichen Sinn bedienen:

$$U\overline{x_0} + \Sigma_1^{\alpha} \overset{\alpha}{p}_n \Delta x \cdot U\overline{x_{\alpha}}, \overset{\alpha}{p}_n\overline{\Delta x}.$$

Sei Δx der mittlere Werth der n verschiedenen Incremente:

$$\Delta x = \frac{\Delta x' + \Delta x'' + \cdots\cdots + \Delta x^{(n)}}{n},$$

so können wir dem Δx jeden beliebigen Werth beilegen, und die Function $U\overline{x_0 + \Delta x' + \cdots\cdots + \Delta x^{(n)}}$ erlangt dann die Form: $U\overline{x + n\Delta x}$.

Multipliciren wir die Factoren des Zählers von $\overset{\alpha}{p}_n \Delta x$ in einander und setzen für die negativen Glieder des Products: i statt -1, so wird

$$\overset{\alpha}{p}_n \Delta x = \frac{n^{\alpha} + i\, a_1\, n^{\alpha-1} + i^2\, a_2\, n^{\alpha-2} + \cdots\cdots + n\, i^{\alpha}\, a_{\alpha}}{1 \cdot 2 \cdots\cdots \alpha};$$

a_{α} die Combinationen der n Elemente $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots\cdots n$ zu α. $U\overline{x_{\alpha}}, \overset{\alpha}{p}_n\overline{\Delta x}$ ist aber gleichbedeutend mit $U\overline{x_{\alpha}, \Delta x}$.

Es wird daher

$$(15)\quad U_{\overline{x_0+n\Delta x}} = U_{\overline{x_0}} + \Sigma_1^\alpha \frac{n^\alpha + i a_1 n^{\alpha-1} + \cdots\cdots + n i a_n^\alpha \Delta x^\alpha}{1\cdot 2\cdots\cdots\alpha} \cdot U_{\overline{x_\alpha, \Delta x}}.$$

Setzen wir dann:

$$n\Delta x = k'; \quad n = \frac{k'}{\Delta x},$$

so können wir dem k' und Δx jeden beliebigen Werth beilegen, nur dafs der Quotient eine positive ganze Zahl sei.

Durch Einführung des k' statt des n wird die Gleichung (15):

$$(16)\quad U_{\overline{x_0+k'}} = U_{\overline{x_0}} + \Sigma_1^\alpha \left[\frac{\left(\frac{k'}{\Delta x}\right)^\alpha + i a_1 \left(\frac{k'}{\Delta x}\right)^{\alpha-1} + \cdots + \left(\frac{k'}{\Delta x}\right) i^\alpha \cdot a_\alpha}{1\cdot 2\cdots\cdots\alpha}\right] \Delta x^\alpha \cdot U_{\overline{x_\alpha, \Delta x}}$$

$$= U_{\overline{x_0}} + \Sigma_1^\alpha \left[\frac{k'^\alpha + i a_1 (k')^{\alpha-1}\Delta x + \cdots\cdots + k' i^\alpha a_\alpha \Delta x^{\alpha-1}}{1\cdot 2\cdots\cdots\alpha}\right] \cdot U_{\overline{x_\alpha, \Delta x}}.$$

Der Theil rechts enthält unter seinen Elementen das Δx, und von demselben ist der Theil links ganz unabhängig. Es läfst sich daher die Gleichung (16), nach den vorhin angegebenen Bezeichnungsarten, auch so darstellen:

$$(17)\quad \overline{\phi\, U, k'} = \overline{\psi\, U, k', \Delta x}.$$

Da nun Δx jeden beliebigen Werth annehmen darf, so kann diese erwiesene Gleichung nicht anders bestehen, als wenn in der Combination der Elemente des Theiles rechts der Gleichung das Δx verschwindet. Folglich müssen alle mit Δx oder einer Potenz desselben multiplicirten Glieder der Reihe ψ sich unter einander, sowohl in den Ausdrücken $\Sigma_1^\alpha \cdots\cdots k i^\alpha a_\alpha \Delta x^{\alpha-1}$, als in $U_{\overline{x_\alpha, \Delta x}}$. Und weil die Gleichung (17) wirklich besteht, so mufs auch $\overline{\psi\, U, k', \Delta x}$ durch Aufhebung der mit Δx verbundenen Ausdrücke unter sich, befreit werden können. Die Gleichung (16) mufs also in der That diese Form erhalten:

$$(18)\quad U_{\overline{x_0+k'}} = U_{\overline{x_0}} + \Sigma_1^\alpha \frac{k'^\alpha}{1\cdot 2\cdots\cdots\alpha-1\cdot\alpha} \cdot U_{\overline{x_\alpha}},$$

vom 1sten bis $\alpha+1$sten Gliede einschliefslich.

Dies ist das Taylor'sche Theorem für die Entwickelung einer Function, wenn nur ein Element derselben als sich wirklich ändernd angesehen wird.

Die Herleitung desselben hier unterscheidet sich dadurch von andern:

1) dafs kein anders Reihengesetz, wie z. B. das einer Binomial-Potenz, zum Grunde gelegt wird, daher aus diesem Theorem sowohl die Entwickelung

eines Binomiums als die eines Polynomiums und zwar für jede Art des Exponenten, wie aus seiner eignen Quelle, fliefst;

2) dafs auch das Increment Δx jede angebbare endliche Gröfse erlangen darf; mithin der transcendente Begriff von einem Unendlich-Kleinen hier ganz beseitigt wird und das Theorem als ein rein algebraisches in der Einfachheit eines Elementar-Satzes erscheint, folgend aus der allerersten Verstandes-Operation: dem Combiniren endlicher Gröfsen miteinander.

Übrigens ist es aus (18) klar, dafs die Reihe nicht anders abbricht, als wenn die abgeleitete Function $U_{\overline{x_\alpha}} = 0$ wird. So lange dies nicht geschieht, haben wir nur einen Theil derselben, und was dann von diesem Theile gilt, kann nur annäherungsweise auf das Ganze Anwendung finden. Eine Bemerkung, welche besonders im Auge mufs behalten werden, wenn von der der Reihe zum Vorwurfe gemachten Mangelhaftigkeit die Rede ist.

6. Die bis hieher betrachtete Function war:

$$U_{\overline{x}} = f_{\overline{x,\, y,\, z \cdots\cdots a,\, b,\, c}}$$

und wir nahmen darin von allen den veränderlichen Elementen nur x, als sich wirklich ändernd an. Es werden daher auch die abgeleiteten Functionen $U_{\overline{x_\alpha}}$, die y, z etc. enthalten, welche in obigen Entwickelungen lediglich als Constanten behandelt und aus der ursprünglichen Function $U_{\overline{x}}$ übertragen sind.

Wollen wir nun noch die Änderung eines zweiten Elements, z. B. y, in Erwägung ziehen, so können wir die ursprüngliche Function so ausdrücken:

$$(19) \qquad U_{\overline{x_0 + k',\, y}} = U_{\overline{x_0,\, y}} + \Sigma_1^\alpha \frac{k'^\alpha}{1 \cdot 2 \cdots\cdots \alpha} \cdot U_{\overline{x_\alpha,\, y}},$$

welches sich von (18) in nichts unterscheidet, als durch das Sichtbarwerden des dort stillschweigend inbegriffenen Elementes y.

Gehe nun y über in $y + k''$, so wird aus (19):

$$(20) \qquad U_{\overline{x_0 + k',\, y_0 + k''}} = U_{\overline{x_0,\, y_0 + k''}} + \Sigma_1^\alpha \frac{k'^\alpha}{1 \cdot 2 \cdots\cdots \alpha} \cdot U_{\overline{x_\alpha,\, y_0 + k''}}.$$

Es ist aber, nach (18), wenn wir $U_{\overline{x_0,\, y_0 + k''}}$ entwickeln, bis zum $\beta + 1^{\text{sten}}$ Gliede:

$$U_{\overline{x_0,\, y_0 + k''}} = U_{\overline{y_0 + k''}} = U_{\overline{y_0}} + \Sigma_1^\beta \frac{k''^\beta}{1 \cdot 2 \cdots\cdots \beta} \cdot U_{\overline{y_\beta}}$$

und

$$U_{\overline{x_\alpha,\, y_0 + k''}} = U_{\overline{x_\alpha,\, y_0}} + \Sigma_1^\beta \frac{k''^\beta}{1 \cdot 2 \cdots\cdots \beta} \cdot U_{\overline{x_\alpha,\, y_\beta}}.$$

Durch diese in (20) substituirten Werthe verwandelt sie sich in

$$(21)\quad U\overline{x_0+k', y_0+k''} = U\overline{x_0, y_0} + \Sigma_1^\beta \frac{k''^\beta}{1\cdot 2\cdots\beta}\cdot U\overline{x_\beta}$$

$$+ \Sigma_1^\alpha \frac{k'^\alpha}{1\cdot 2\cdots\alpha}\cdot U\overline{x_\alpha}$$

$$+ \Sigma_1^\alpha \frac{k'^\alpha}{1\cdots\alpha} \times \Sigma_1^\beta \frac{k''^\beta}{1\cdot 2\cdots\beta}\cdot U\overline{x_\alpha, y_\beta}$$

$$= U\overline{x_0, y_0} + \Sigma_1^{\alpha+\beta} \frac{k'^\alpha \cdot k''^\beta}{1\cdots\alpha\cdot 1\cdots\beta}\cdot U\overline{x_\alpha, y_\beta}$$

vom ersten bis $\alpha+\beta+1^{\text{sten}}$ Gliede einschliefslich.

Setzen wir in dieser Gleichung

$$U\overline{x_\alpha, y_\beta, z} = V\overline{z},$$

so ist

$$U\overline{x_0+k', y_0+k'', z_0+k'''} = U\overline{x_0, y_0, z_0} + \Sigma_1^{\alpha+\beta} \frac{k'^\alpha \cdot k''^\beta}{1\cdots\alpha\cdot 1\cdots\beta}\cdot V\overline{z+k'''}$$

$$V\overline{z+k'''} = V\overline{z_0} + \Sigma_1^\gamma \frac{k'''^\gamma}{1\cdots\gamma}\cdot V\overline{z_\gamma};$$

folglich:

$$U\overline{x_0+k', y_0+k'', z_0+k'''} = U\overline{x_0, y_0, z_0} + \Sigma_1^{\alpha+\beta} \frac{k'^\alpha \cdot k''^\beta}{1\cdots\alpha\cdot 1\cdots\beta}\cdot V\overline{z_0}$$

$$+ \Sigma_1^{\alpha+\beta} \frac{k'^\alpha \cdot k''^\beta}{1\cdots\alpha\cdot 1\cdots\beta}\cdot \Sigma_1^\gamma \frac{k'''^\gamma}{1\cdots\gamma}\cdot V\overline{z_\gamma}$$

$$= U\overline{x_0, y_0, z_0} + \Sigma_1^{\alpha+\beta+\gamma} \frac{k'^\alpha \cdot k''^\beta \cdot k'''^\gamma}{1\cdots\alpha\cdot 1\cdots\beta\cdot 1\cdots\gamma}\cdot U\overline{x_\alpha, y_\beta, z_\gamma}$$

vom ersten bis zum $\alpha+\beta+\gamma+1^{\text{sten}}$ Gliede einschliefslich.

Die Fortsetzung desselben Verfahrens giebt, wenn, so viel man will, Elemente in U sich ändern:

$$(22)\quad U\overline{x+k', y+k'', z+k'''\cdots} = U + \Sigma^{\alpha+\beta+\gamma\cdots} \frac{k'^\alpha \cdot k''^\beta \cdot k'''^\gamma\cdots}{1\cdots\alpha\cdot 1\cdots\beta\cdot 1\cdots\gamma\cdots}\cdot U\overline{x_\alpha, y_\beta, z_\gamma\cdots}$$

die Reihe von Taylor in ihrer gröfsten Ausdehnung und allgemeinsten Form.

Differenzen und Differenziale.

7. Nach (7) und (8) ist

$$\frac{U\overline{x_0+\Delta x} - U\overline{x_0}}{\Delta x} = U\overline{x_1 \Delta x} = \left(\frac{\Delta x_1 U}{\Delta x}\right).$$

Hiernach ist auch

$$\frac{U_{\overline{x_1+\Delta x}} - U_{x_1}}{\Delta x} = U_{\overline{x_2\,\Delta x}} = \frac{\left(\frac{\Delta x_1 U}{\Delta x}\right)}{\Delta x} = \left(\frac{\Delta x_2 U}{\Delta x^2}\right)$$

$$\frac{U_{\overline{x_2+\Delta x}} - U_{x_2}}{\Delta x} = U_{\overline{x_3\,\Delta x}} = \frac{\left(\frac{\Delta x_2 U}{\Delta x^2}\right)}{\Delta x} = \left(\frac{\Delta x_3 U}{\Delta x^3}\right)$$

u. s. w.

überhaupt
$$U_{\overline{x_\alpha,\,\Delta x}} = \left(\frac{\Delta x_\alpha U}{\Delta x^\alpha}\right).$$

In der Taylor'schen Reihe wird nach (18)

$$\frac{\Delta x_\alpha U}{\Delta x^\alpha} = U_{\overline{x_\alpha}},$$

weil darin die von Δx abhängigen Ausdrücke verschwinden. In dieser Hinsicht wird

$$U_{\overline{x_\alpha}} = \frac{\partial x_\alpha U}{\partial x^\alpha},$$

wo $\frac{\partial x_\alpha U}{\partial x^\alpha}$ dasselbe bezeichnet, was $\frac{\Delta \overline{x_\alpha} U}{\Delta x^\alpha}$, nämlich einen Quotienten, welcher der Function $U_{\overline{x_\alpha}}$ gleich ist und auf die oben bestimmte Weise aus $\frac{\Delta \overline{x_\alpha} U}{\Delta x^\alpha}$ abgeleitet wird. Es können daher für die Correlaten $\partial x_\alpha U$, ∂x^α, was für Gröfsen man wolle, gesetzt werden, wenn nur ihr Verhältnifs zu einander gleich ist der Function $U_{\overline{x_\alpha}}$. Es leuchtet zugleich ein, dafs die Gröfsen $\partial \overline{x} U$, $\partial \overline{x_2} U$, $\partial \overline{x_3} U$ etc. unzertrennlich verbunden sind mit ∂x, ∂x^2, $\partial x^3 \cdots\cdot \partial x^\alpha$, und nur in Beziehung aufeinander als algebraische Rechnungsgröfsen behandelt werden dürfen; für sich selbst aber, ohne eine solche Beziehung, aller Bedeutung entbehren (*).

Die Gröfsen $\Delta \overline{x_\alpha} U$, Δx^α werden Differenzen genannt. Sie verwandeln sich in Differenziale: $\partial x_\alpha U$, ∂x^α, wenn das der Veränderlichen x in der Function hinzugefügte Increment $\pm \Delta x$ aus den Functionen $\frac{\Delta \overline{x_\alpha} U}{\Delta x^\alpha}$ entfernt wird.

(*) Der Differenzial-Quotient $\frac{\partial x_\alpha U}{\partial x^\alpha}$ bedingt im unzertrennlichen Zusammenhange seiner beiden Correlate die ihm gleiche Function. Nicht auf den Werth, sondern allein auf das Verhältnifs der beiden Differenziale kommt es dabei an. Soll also die Function sich ändern, so ist es ganz der Willkühr anheim gegeben, entweder den Zähler oder den Nenner oder Beide als variabel anzusehen und zu behandeln.

8. Nach (22), wenn $U = f\overline{x, y, z \cdots a, b, c,}$ so ist

$$(23)\quad \Delta U = \Sigma_1^{\alpha+\beta+\gamma\cdots} \frac{k'^{\alpha} \cdot k''^{\beta} \cdot k'''^{\gamma} \cdots}{1 \cdots \alpha \cdot 1 \cdots \beta \cdot 1 \cdots \gamma \cdots} \cdot \frac{\partial \overline{x_\alpha, y_\beta, z_\gamma \cdots U}}{\partial x^\alpha, \partial y^\beta, \partial z^\gamma \cdots}.$$

Setzen wir aber

$$f\overline{x, y, z \cdots a, b, c} = f\overline{V}, \text{ und}$$
$$f\overline{x + \Delta x, y + \Delta y, z + \Delta z \cdots a, b, c} = f\overline{V + \Delta V},$$

so ist

$$\Delta V = \Delta U = \Sigma_1^n \frac{\Delta V^n}{1 \cdots n-1 \cdot n} \cdot \frac{\partial^n U}{\partial V^n}.$$

Ist nun $\alpha + \beta + \gamma + \cdots$ auch $= n$, und $k' = k'' = k''' =$ etc., so ist auch

$$\Delta U = \Delta V = \Sigma_1^n \frac{k'^n}{1 \cdots \alpha \cdot 1 \cdots \beta \cdot 1 \cdots \gamma \cdots} \cdot \frac{\partial \overline{x_\alpha, y_\beta, z_\gamma \cdots U}}{\partial x^\alpha \cdot \partial y^\beta \cdot \partial z^\gamma \cdots}.$$

Setzen wir nun, was jederzeit erlaubt ist,

$$\partial x^\alpha \cdot \partial y^\beta \cdot \partial z^\gamma \cdots = \partial V^n = \partial U^n \text{ und}$$
$$k' = \Delta V,$$

so wird, da die beiden Reihen einander gleich sind,

$$\frac{\partial^n U}{1 \cdots n-1 \cdot n} = \frac{\partial \overline{x_\alpha, y_\beta, z_\gamma \cdots U}}{1 \cdots \alpha \cdot 1 \cdots \beta \cdot 1 \cdots \gamma \cdots}$$

$$\partial^n U = \frac{1 \cdot 2 \cdots n-1 \cdot n}{1 \cdots \alpha \cdot 1 \cdots \beta \cdot 1 \cdots \gamma \cdots} \cdot \partial \overline{x_\alpha, y_\beta, z_\gamma \cdots U},$$

wenn $\alpha + \beta + \gamma + \cdots = n$, und für $\alpha, \beta, \gamma \cdots$ jeder Werth in der Reihe gesetzt wird: 1, 2, 3, 4 $\cdots$ bis n einschliefslich.

Dies beispielsweise auf eine Function reiner Veränderlichen angewendet, ist

$$\partial^n \phi\overline{x, y} = \partial\overline{x_n y_0}\, \phi\overline{x, y} + \frac{n}{1} \partial\overline{x_{n-1} y_1}\, \phi\overline{x, y} + \frac{n \cdot n-1}{1 \cdot 2} \partial\overline{x_{n-2} y^2}\, \phi\overline{x, y}$$
$$+ \cdots + \frac{n \cdot n-1 \cdots n-\alpha+1}{1 \cdot 2 \cdots \alpha-1 \cdot \alpha} \partial\overline{x_{n-\alpha} y_\alpha}\, \phi\overline{x, y \cdots}$$
$$+ \partial\overline{y_n x_0}\, \phi\overline{x, y} + \frac{n}{1} \partial\overline{y_{n-1} x_1}\, \phi\overline{x, y} + \frac{n \cdot n-1}{1 \cdot 2} \partial\overline{y_{n-2} x_2}\, \phi\overline{x, y} + \text{etc.}$$

Da der Ausdruck:

$$\frac{\partial \overline{x_\alpha, y_\beta, z_\gamma \cdots U}}{\partial x^\alpha, \partial y^\beta, \partial z^\gamma \cdots}$$

anzeigt, dafs die Function U αmal nach x, βmal nach y und so weiter differenziirt, und bei jeder Differenziation nach einer dieser Veränderlichen jede andere als constant betrachtet werden soll, so erhellet daraus von selbst, dafs es gleichgiltig ist, in welcher Ordnung die mehrfachen Differenziirungen der verschiedenen Variabeln aufeinander folgen.

Anwendung der Taylor'schen Reihe auf die verschiedenen Gattungen von Functionen.

9. Die allgemeinste Form einer von zwei Variabeln abhängigen Exponential-Gröfse ist: $(\phi\overline{x})^y$.

Wir können setzen:

$$(\phi\overline{x})^y = U\overline{x,y},$$

so ist, nach (8):

$$(\phi\overline{x})^{y+\Delta y} = U\overline{x,y+\Delta y} = U\overline{x,y+\Delta y} \cdot U\overline{x,y_1,\Delta y},$$

daher

$$(\phi\overline{x})^{y+\Delta y} - (\phi\overline{x})^y = (\phi\overline{x})^y\,((\phi\overline{x})^{\Delta y} - 1)$$
$$= \Delta y \cdot U\overline{x,y_1,\Delta y}$$

und

$$\frac{(\phi\overline{x})^{\Delta y} - 1}{\Delta y} = \frac{U\overline{x,y_1,\Delta y}}{(\phi x)^y}.$$

Da hier der Ausdruck links unabhängig ist von y, so mufs dies der Ausdruck rechts ebenfalls sein. Wir setzen ihn in dieser Beziehung $= \psi\overline{x,\Delta y}$, folglich

$$\frac{(\phi\overline{x})^{\Delta y} - 1}{\Delta y} = \psi\overline{x,\Delta y}$$

$$(\phi\overline{x})^y\,\frac{((\phi\overline{x})^{\Delta y} - 1)}{\Delta y} = (\phi\overline{x})^y\,\psi\overline{x,\Delta y} = \frac{U\overline{x,y+\Delta y} - U\overline{x,y}}{\Delta y} = \frac{\Delta y\, U\overline{x,y}}{\Delta y},$$

mithin

$$(\phi\overline{x})^y \cdot \psi\overline{x,\Delta y} = \frac{\Delta y\, U\overline{x,y}}{\Delta y}$$

und daher, nach No. 7., weil Δy in dem Ausdrucke links verschwindet:

$$(24)\quad (\phi\overline{x})^y \cdot \psi\overline{x} = \frac{\partial y\, U\overline{x,y}}{\partial y} = \frac{\partial y\,(\phi\overline{x})^y}{\partial y}.$$

Dieser Satz beruht lediglich auf dem in der Formel (8) aufgestellten Grundbegriff der Veränderung irgend einer von einer Variabeln abhängigen Function

und gilt daher, was auch der Exponent y für eine ganze, negative, gebrochne, rationale oder irrationale Zahl sein möge. Die Function $\phi \overline{x}$ wird als unabhängig von y betrachtet, und ist die Basis eines Logarithmen-Systems zu den Logarithmen y; $\psi \overline{x}$ aber ist eine von dieser Basis abgeleitete Function der Zahl x, welche auch in Beziehung auf y als eine Constante angenommen werden kann. Setzen wir sie $= a$, und $\phi \overline{x} = a$, so ist, nach (24):

$$(25) \quad \frac{\partial_y a^y}{\partial y} = a^y \cdot \psi \overline{a}.$$

y ist der Logarithmus der Zahl a^y in einem System, dessen Basis a ist. Wir bezeichnen dies, wie folgt:

$$y = \log_a v; \quad v = a^y.$$

Hiernach giebt die Formel (25):

$$(26) \quad \partial y = \frac{\partial_y a^y}{a^y \cdot \psi \overline{a}}$$

$$\partial \log_a v = \frac{\partial_y v}{v \cdot \psi \overline{a}}.$$

In welcher Gleichung dann für a jede von y unabhängige Gröfse gesetzt werden kann.

Durch die Bestimmung der Function $\psi \overline{a}$ erhält a einen bestimmten Werth. Er werde mit e bezeichnet, wenn $\psi \overline{a} = 1$ genommen wird, und dann werde $\log_a v$ bezeichnet mit $l\, v$, so ist, nach (26):

$$(27) \quad \partial\, l\, v = \frac{\partial v}{v}.$$

Was nun auch v für eine Zahl sei, so werden wir sie jederzeit setzen können $= e^y$. Es gilt also die Formel (27) für jede veränderliche Gröfse. Setzen wir also:

$$v = [U \overline{x, y, z \ldots\ldots}]^a,$$

a constant, so ist

$$l\, v = a\, l [U \overline{x, y, z \ldots\ldots}];$$

daher, nach (27):

$$\frac{\partial v}{v} = a \, \frac{\partial \cdot [U \overline{x, y, z \ldots\ldots}]}{[U \overline{x, y, z \ldots\ldots}]},$$

woraus folgt:

$$(28) \quad \partial \cdot [U \overline{x, y, z \ldots\ldots}]^a = a [U \overline{x, y, z \ldots\ldots}]^{a-1} \, \partial \cdot [U \overline{x, y, z \ldots\ldots}]$$

und dieser Satz ist, zufolge seiner Herleitung, gemeingiltig, was auch der Exponent a für eine Zahl sein möge.

Hieraus aber folgt sogleich die Reihe der Entwickelung eines Polynomiums in steigenden Potenzen eines der darin enthaltenen Elemente für jeden beliebigen Exponenten a.

Aus

$$\partial U^a = aU^{a-1}\,\partial U \;(28)\text{ folgt:}$$

$$\partial^2 U^a = a \cdot a-1 \cdot U^{a-2}\,\partial U^2 \text{ u. s. w.}$$

überhaupt:

$$(29)\quad \partial^n U^a = a \cdot a-1 \cdot a-2 \cdots\cdots a-n+1\; U^{a-n}\partial U^n, \text{ und}$$

$$\partial x_\alpha \cdot y_\beta \cdot z_\gamma \cdots\cdots U^a = a \cdot a-1 \cdots\cdots a-n+1\; U^{a-n}\partial U^m,$$

gesetzt $\alpha+\beta+\gamma+\cdots\cdots = n$.

10. Nach (22) und Nr. 7. ist

$$\Delta U = \Sigma_1^{\alpha+\beta+\gamma\cdots\cdots} \frac{k'^\alpha \cdot k''^\beta \cdot k'''^\gamma \cdots\cdots}{1\cdots\cdots\alpha \cdot 1\cdots\cdots\beta \cdot 1\cdots\cdots\gamma\cdots\cdots} \cdot \frac{\partial \overline{x_\alpha, y_\beta, z_\gamma \cdots\cdots U}}{\partial v^\alpha \cdot \partial y^\beta \cdot \partial z^\gamma \cdots\cdots}.$$

Sei nun

$$U = [x+y+z+\cdots\cdots]^m \text{ und } x+y+z+\cdots\cdots = v,$$

so ist, wenn $\alpha+\beta+\gamma+\cdots\cdots$ gesetzt wird $= n$,

$$(30)\quad [x+y+z+\cdots\cdots+k'+k''-k'''+\cdots\cdots]^m = v^m + \frac{m}{1} v^{m-1}(k'+k''+k'''+\cdots\cdots]$$

$$+ \frac{m \cdot m-1}{1 \cdot 2} v^{m-2}[k'^2+k''^2+k'''^2+\cdots\cdots$$

$$+2k'k''+2k'k'''+\cdots\cdots]$$

$$+ \frac{m \cdot m-1 \cdot m-2}{1 \cdot 2 \cdot 3} v^{m-3}[k'^3+k''^3+k'''^3+\cdots\cdots$$

$$+3(k'^2k''+k'^2k'''+\cdots\cdots+k''^2k'''+\cdots\cdots k'''^2k''+\cdots\cdots$$

$$+3(k'k''^2+k'k'''^2+\cdots\cdots+\cdots\cdots] + \text{etc.}$$

Setzen wir nun $x = k$, $y = 0$, $z = 0 \cdots\cdots$ etc., so ist diese Reihe die Entwickelung des Polynomiums: $[k+k'+k''+\cdots\cdots]^m$ in einer nach fallenden Potenzen von k geordneten Folge der Glieder.

Sie wird, für das Binomium $k+k'$ gesetzt, k'', k''' etc. $= 0$:

$$(31)\quad (k+k')^m = k^m + \frac{m}{1} k^{m-1}k' + \frac{m \cdot m-1}{1 \cdot 2} k^{m-2}k'^2 + \frac{m \cdot m-1 \cdot m-2}{1 \cdot 2 \cdot 3} k^{m-3}k'^3 + \text{etc.}$$

$$[k+k'+k'']^4 = k^4 + \frac{4}{1} k^3[k'+k''] + \frac{4 \cdot 3}{1 \cdot 2} k^2[k'+k''^2+2k'k'']$$

$$+ \frac{4 \cdot 3 \cdot 2}{1 \cdot 2 \cdot 3} k^m[k'^3+k''^3+3k'^2k''+3k'k''^2]$$

$$+ \frac{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}[k'^4+k''^4+4k'^3k''+4k''^3k' + \frac{4 \cdot 3}{1 \cdot 2} k'^2k''^2].$$

Die Reihe des Polynomiums ist also nichts anders als die Taylor'sche, angewendet auf diesen besondern Fall. Sie gilt für jede Zahlengattung des Exponenten m, weil die Taylor'sche für jede Function ohne Unterschied gilt. Wenn die Reihe des Polynomiums ohne Vermittelung der Taylor'schen durch die Regeln des Combinirens gegebener Elemente ihre Rechtfertigung erlangt, so ist solches nur für ganze positive Exponenten m statthaft, wogegen die Taylor'sche Reihe auch auf die negativen und gebrochnen ihre vollkommene Anwendung findet.

Auch die Bestimmung des Differenzial-Quotienten einer Exponentialgröfse (26)

$$\frac{\partial \cdot a^y}{\partial y} = a^y \psi\overline{x}$$

ist lediglich aus der Natur einer solchen Function hergeleitet und beruht auf denselben ersten Gründen der Taylor'schen Reihe. Auf diese stützt sich die Reihe des Polynomiums, und diese selbst vermittelt erst wieder die vollständige Anwendung des Taylor'schen Satzes auf die Entwickelung logarithmischer Functionen. Es ist nämlich, nach No. 9.:

$$(\phi\overline{x})^{\Delta y} = 1 + \Delta y\, \psi\overline{x, \Delta y}$$

und, was auch Δy für eine Zahl sein möge,

$$(1 + \phi\overline{x} - 1)^{\Delta y} = 1 + \frac{\Delta y}{1}(\phi\overline{x} - 1) + \frac{\Delta y \cdot \Delta y - 1}{1 \cdot 2}(\phi\overline{x} - 1)^2$$
$$+ \frac{\Delta y \cdot \Delta y - 1 \cdot \cdots \cdot \Delta y - n + 1}{1 \cdot 2 \cdot \cdots \cdot n}(\phi\overline{x} - 1)^n + \cdots\cdot$$
$$= 1 + \Delta y \left[\frac{\phi\overline{x} - 1}{1} - \frac{(\phi\overline{x} - 1)^2}{1 \cdot 2} + \frac{(\phi\overline{x} - 1)^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} - \text{etc.}\right]$$
$$+ \Delta y^2 f\overline{(\phi x - 1)};\ \text{daher}$$

$$\Delta y \cdot \psi\overline{x, \Delta y} = \Delta y \left\{\left[\frac{\phi\overline{x} - 1}{1} - \frac{(\phi\overline{x} - 1)^2}{1 \cdot 2} + \cdots\cdot \text{etc.}\right] + \Delta y\, f\overline{(\phi x - 1)}\right\}$$

$$\psi\overline{x, \Delta y} = \left[(\phi\overline{x} - 1) + \frac{(\phi\overline{x} - 1)^2}{1 \cdot 2} + \cdots\cdot \text{etc.}\right] + \Delta y\, f\overline{(\phi x - 1)}.$$

Hieraus aber folgt sofort, wenn wir in $\psi\overline{x, \Delta y}$ die von Δy abhängigen Elemente aussondern:

$$\psi\overline{x} = (\phi\overline{x} - 1) + \frac{(\phi\overline{x} - 1)^2}{1 \cdot 2} + \cdots\cdot \text{etc.}$$

Das Taylor'sche Theorem aber giebt, weil $\frac{\partial^\alpha a^y}{\partial y^\alpha}\ a^y (\psi \overline{x})^\alpha$:

$$a^{y+\Delta y} = a^y \left\{ 1 + \Delta y \frac{\psi \overline{x}}{1} + \frac{\Delta y^2 (\psi \overline{x})^2}{1 \cdot 2} + \frac{\Delta y^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} (\psi \overline{x})^3 + \cdots + \frac{\Delta y^n}{1 \cdot 2 \cdots n} (\psi \overline{x})^n + \cdots \right\}$$

$$\phi \overline{x}^{\Delta y} = 1 + \Delta y \cdot \frac{\psi \overline{x}}{1} + \frac{\Delta y^2 (\psi \overline{x})^2}{1 \cdot 2} + \cdots + \frac{\Delta y^n}{1 \cdot 2 \cdots n} (\psi \overline{x})^n + \cdots$$

für $\psi \overline{x} = 1$, $\phi \overline{x} = e$

$$e^{\Delta y} = 1 + \frac{\Delta y}{1} + \frac{\Delta y^2}{1 \cdot 2} + \cdots + \frac{\Delta y^n}{1 \cdots n} + \cdots$$

und für $\Delta y = 1$

$$\phi \overline{x} = 1 + \frac{\psi \overline{x}}{1} + \frac{\psi \overline{x^2}}{1 \cdot 2} + \cdots + \frac{\psi \overline{x^n}}{1 \cdots n} + \cdots$$

folglich

$$e^{\psi \overline{x}} = \phi \overline{x},$$

$$\psi \overline{x} = \log_e \phi \overline{x}$$

und

$$\log_e (\phi \overline{x} + 1) = \frac{\phi \overline{x}}{1} + \frac{\phi \overline{x^2}}{1 \cdot 2} + \cdots + \frac{\phi \overline{x^n}}{1 \cdots n} + \cdots$$

11. So wie der erste Differenzial-Quotient einer Exponenzial-Gröfse $\phi \overline{x^y}$ keines Lehrsatzes bedarf, sondern unmittelbar aus ihrer Natur abgeleitet werden kann, eben so verhält es sich auch mit den trigonometrischen Functionen.

Da $\frac{\text{arc.}\,\phi}{\sin \phi}$ jederzeit > 1, sich aber der Grenze $= 1$ desto mehr nähert, je kleiner ϕ genommen wird, so mufs $\sin \phi$, als Function von ϕ, diese Form haben:

$$\sin \phi = \phi (1 - \phi f \phi).$$

Also:

$$\sin \Delta \phi = \Delta \phi (1 - \Delta \phi f \Delta \phi)$$

$$\cos \phi = 1 - \phi^2 F \phi$$

$$\cos \Delta \phi = 1 - \Delta \phi^2 F \Delta \phi;$$

folglich:

$$(32) \quad \sin (\phi + \Delta \phi) = \sin \phi \cos \Delta \phi + \sin \Delta \phi \cos \phi$$

$$= \phi (1 - \phi f \phi) - \Delta \phi^2 F \Delta \phi f \phi (1 - \phi f \phi)$$

$$+ \Delta \phi (1 - \Delta \phi f \Delta \phi) - \phi^2 F \phi \cdot \Delta \phi (1 - \Delta \phi f \Delta \phi)$$

$$\frac{\sin \overline{\phi + \Delta \phi} - \sin \phi}{\Delta \phi} = \frac{\Delta \cdot \sin \phi}{\Delta \phi} = 1 - \phi^2 \cdot F \phi + \Delta \phi F';$$

$$\frac{\partial \cdot \sin \phi}{\partial \phi} = \cos \phi$$

und, gesetzt $\phi = 90^\circ - x$, $\partial \phi = -\partial x$

$$\frac{\partial \cdot \cos x}{\partial x} = -\sin \phi.$$

Auf ähnliche Weise können wir setzen:

$$\operatorname{tg}\phi \quad = \phi(1-\phi f\phi)$$
$$\operatorname{tg}\Delta\phi = \Delta\phi(1-\Delta\phi f\Delta\phi)$$

(33) $$\operatorname{tg}\overline{\phi+\Delta\phi} = \frac{\operatorname{tg}\phi+\operatorname{tg}\Delta\phi}{1-\operatorname{tg}\phi\operatorname{tg}\Delta\phi}$$

$$\frac{\Delta\cdot\operatorname{tg}\phi}{\Delta\phi} = \frac{1+\operatorname{tg}\phi^2+\Delta\phi F\phi}{1-\Delta\phi F'\phi},$$

mithin

$$\frac{\partial\operatorname{tg}\phi}{\partial\phi} = 1+\operatorname{tg}\phi^2.$$

Auch auf folgende Weise ergiebt sich der Differenzial-Quotient $\frac{\partial\sin\phi}{\partial\phi}$.

Sei $\phi = kx$, so ist $\sin\overline{kx}^2+\cos\overline{kx}^2 = 1$. Gegenseitig, wenn $\alpha^2+\beta^2 = 1$ und $\alpha = 0$ für $x = 0$, da denn auch $\beta = 1$ für $x = 0$, so können wir jederzeit setzen $\alpha = \sin\overline{kx}$ und $\beta = \cos\overline{kx}$.

Nun ist wirklich

$$\left[\frac{a^{x\sqrt{-1}}-a^{-x\sqrt{-1}}}{2\sqrt{-1}}\right]^2+\left[\frac{a^{x\sqrt{-1}}+a^{-x\sqrt{-1}}}{2}\right]^2 = 1$$

und für $x = 0$ das erste dieser beiden Quadrate $= 0$, das zweite $= 1$. Wir können also jederzeit setzen:

(34) $$\sin\phi = \sin\overline{kx} = \frac{a^{x\sqrt{-1}}-a^{-x\sqrt{-1}}}{2\sqrt{-1}}$$

und darauf ziehen

$$\frac{\partial\cdot\sin\overline{kx}}{\partial\cdot kx} = \frac{a^{x\sqrt{-1}}+a^{-x\sqrt{-1}}}{2} = \cos\overline{kx},$$

oder auch

$$\partial\cdot\sin\overline{kx} = k\cos\overline{kx}\cdot\partial x.$$

Entwickeln wir die Exponential-Gröfsen $a^{x\sqrt{-1}}$, $a^{-x\sqrt{-1}}$ in Reihen, so kommt

$$\sin\overline{kx} = \frac{kx}{1}-\frac{k^3x^3}{1\cdot2\cdot3}+\frac{k^5x^5}{1\cdot2\cdot3\cdot4\cdot5}-\text{etc.}$$

wo

$$k = \frac{a-1}{1}-\frac{(a-1)^2}{1\cdot2}+\frac{(a-1)^3}{1\cdot2\cdot3}-\text{etc.}$$

und $k = 1$ für $a = e$.

Reihen-Entwickelungen mit Hülfe des Taylor'schen Theorems.

12. So wie hier die Reihe von Taylor sich darstellt, unabhängig von jeder andern, erscheint sie als unmittelbar hervorgehend aus der mathematischen Idee von einer Gröfsenänderung überhaupt.

Die Veränderliche: x, y, etc. ist irgend eine in bestimmte Grenzen eingeschlossene Zahlgröfse, welche durch das eben so bestimmte Increment $\pm\Delta x$, $\pm\Delta y$, discontinuirlich geändert wird. Die Gleichheit aber zwischen

$$\phi\overline{x+\Delta x, y+\Delta y\cdots}$$

und der entwickelten nach Potenzen von Δx, $\Delta y\cdots$ fortgehenden Taylorschen Reihe beruht auf innerer Nothwendigkeit.

Es folgt hieraus, dafs diese Gleichheit bestehen müsse, welche Werthe wir auch den $x, y\cdots$ und den $\Delta x, \Delta y\cdots$ in beiden Theilen der Gleichung setzen mögen.

Es läfst sich hiernach kein Fall denken, in welchem die Reihe für besondere Werthe von $x, y\cdots$ oder $\Delta x, \Delta y\cdots$, wenn diese an sich selbst zu lästig sind, ein fehlerhaftes (*fautif*) Resultat geben könnte.

Dies würde scheinbar der Fall sein, wenn für solche Werthe der eine Theil der Gleichung die Form eines unendlich Grofsen, und der andere die einer endlichen Gröfse erhielte.

Sei z. B. $$\phi\overline{x} = l(x-a)$$

so ist

$$\frac{\partial\phi\overline{x}}{\partial x} = \frac{1}{x-a}$$

$$\frac{\partial_\alpha\phi\overline{x}}{\partial x^\alpha} = \frac{i^{\alpha-1}\cdot 1\cdot 2\cdot 3\cdots\alpha-1}{(x-a)^\alpha};\quad i=-1.$$

Nach dem Taylor'schen Satze ist also:

$$(35)\quad l\overline{x-a+k} = l\overline{x-a} + \Sigma_1^\alpha\frac{k^\alpha}{1\cdots\alpha}\cdot\frac{i^{\alpha-1}\cdot 1\cdots\alpha-1}{(x-a)^\alpha}$$

$$= l\overline{x-a} + \Sigma_1^\alpha\frac{i^{\alpha-1}}{\alpha}\cdot\frac{k^\alpha}{(x-a)^\alpha}.$$

Setzen wir nun $x=a$, so kommt:

$$(36)\quad lk = lo + \Sigma_1^\alpha\frac{i^{\alpha-1}}{\alpha}\cdot\frac{k^\alpha}{o}.$$

Der Theil links ist eine endlich vollkommen bestimmte und der Theil rechts eine unendliche Gröfse. Das Paradoxon liegt aber nicht in der Fehlerhaftigkeit der Taylor'schen Reihe, sondern in der unangemessenen Form der Entwickelung.

Denn setzen wir $\phi\overline{x} = lx$,

so kommt

$$\frac{\partial\alpha\,\phi\overline{x}}{\partial x^\alpha} = \frac{i^{\alpha-1}\cdot 1\cdot 2\cdot 3\cdots\alpha-1}{x^\alpha}.$$

Setzen wir hierauf $k-a = -(a-k)$ als Increment zu x, so wird:

$$(37)\quad l(x-a+k) = lx + \Sigma_1^\alpha \frac{i^{\alpha-1}}{\alpha}\cdot\left(\frac{k-a}{x}\right)^\alpha$$

und nun, $x=a$ gesetzt,

$$(38)\quad lk = la + l_1^\alpha \frac{i^{\alpha-1}}{\alpha}\cdot\left(\frac{k-a}{a}\right)^\alpha.$$

Die unbestimmte Gleichung (35) fällt mit der bestimmten (38) zusammen, und jene wird in diese übergehen, wenn wir in jener $l\overline{x-a}$ und $\frac{1}{(x-a)^\alpha}$ in Reihen entwickeln.

Ein zweites Beispiel dieser Art liefert die Gleichung

$$\phi\overline{x} = \sqrt{x-a},$$

daraus:

$$\frac{\partial\cdot\phi\overline{x}}{\partial x} = \frac{1}{2}\,\frac{1}{\sqrt{x-a}}$$

$$\frac{\partial\alpha\,\phi\overline{x}}{\partial x^\alpha} = \frac{i^{\alpha-1}\cdot 1\cdot 1\cdot 3\cdot 5\cdots\cdot 2\alpha-3}{2^\alpha(x-a)^{\alpha-1}\sqrt{x-a}};$$

folglich:

$$(39)\quad \phi\overline{x+k} = \sqrt{x-a+k} = \sqrt{x-a} + \Sigma_1^\alpha \frac{k^\alpha\, i^{\alpha-1}\cdot 1\cdot 1\cdot 3\cdot 5\cdots\cdot 2\alpha-3}{2^\alpha(x-a)^{\alpha-1}\sqrt{x-a}},$$

dies giebt für $x=a$

$$(40)\quad \sqrt{k} = o + \Sigma_1^\alpha \frac{k^\alpha\cdot i^{\alpha-1}\cdot 1\cdot 1\cdot 3\cdot 5\cdots\cdot 2\alpha-3}{2^\alpha\cdot o\sqrt{o}}.$$

Setzen wir dagegen: $\phi\overline{x} = \sqrt{x}$,

so ist

$$\frac{\partial\alpha\,\phi\overline{x}}{\partial x^\alpha} = \frac{i^{\alpha-1}\cdot 1\cdot 1\cdot 3\cdot 5\cdots\cdot 2\alpha-3}{2^\alpha x^{\alpha-1}\cdot\sqrt{x}};\ \text{und}$$

$$\phi\overline{x+k} = \sqrt{x-a+k} = \sqrt{x} + \Sigma_1^\alpha \frac{i^{\alpha-1}\cdot 1\cdot 1\cdot 3\cdots\cdot 2\alpha-3\cdot k^\alpha}{1\cdot 2\cdot 3\cdots\cdot\alpha\cdot 2^\alpha\cdot x^{\alpha-1}\cdot\sqrt{a}}.$$

Hieraus ergiebt sich, wenn $x = a$ gesetzt wird:

$$(41) \quad \sqrt{k} = \sqrt{a} + \Sigma_1^\alpha \frac{i^{\alpha-1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots \cdot 2\alpha - 3 \cdot k^\alpha}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots \cdot \alpha \cdot 2^\alpha \cdot a^{\alpha-1} \cdot \sqrt{a}}.$$

Da in dieser Gleichung der Theil links von a befreit ist, so müssen in dem Theile rechts die Glieder, welche von a abhängig sind, sich unter einander aufheben. Weil aber die Reihe rechts eine unendliche ist, so wird sie sich dem wahren Werthe $\sqrt{k}$ nur annähern können, und zwar desto mehr, je mehr abwechselnd positive und negative Glieder genommen werden.

In der Taylor'schen Reihe für $l\overline{x-a+k}$ (35) wird das erste Glied $l\overline{x-a}$ imaginär für jeden Werth von $x < a$, wodurch der Schein entsteht einer Gleichheit zwischen einer realen und einer imaginären Gröſse. Auch dieser Schein muſs sich in dem ganzen Umfange der Reihe, der aber als unendlich sich nicht darstellen läſst, auflösen. Denn setzen wir für den Fall, daſs $x < a$, in der Reihe (37) k statt x und $(a-x)$ statt $k-a$, so wird

$$l\overline{x-a+k} = lk + \Sigma_1^\alpha \frac{i^\alpha}{\alpha} \cdot \frac{a-x}{k}.$$

In diese Form würde also jene imaginäre Reihe übergehen, lieſse sie sich in ihrem ganzen Umfange entwickelt darstellen.

Es bestätigt sich auf solche Weise in einzelnen Fällen, was durch die Herleitung der Taylor'schen Reihe aus dem bloſsen Begriff der Function einer sich ändernden Gröſse ganz allgemein sich ergeben hat:

> daſs die Taylor'sche Reihe ihre Gültigkeit behält, was auch für Werthe den Veränderlichen, oder ihren Incrementen, ertheilt werden mögen; und der Schein, als würde sie in einigen Fällen ungültig (*fautif*), entspringt allein aus der Unmöglichkeit, von einer aus unendlich vielen Gliedern bestehenden Reihe mehr als nur ein Bruchstück zur Anschauung zu bringen: dagegen kann sie allerdings für die Zahlenrechnung unbrauchbar werden.

13. Wird $\phi\overline{x} = 0$ in einer Function $k\phi\overline{x} = u$ für einen gewissen Werth von x, z. B. $x = a$, so wird auch $k\phi\overline{x}^n = 0$, für $a = 0$, wenn n irgend eine positive Zahl ist. Sie wird $= \infty$, wenn n negativ ist. Ist n ein ächter Bruch, so wird $\partial\phi\overline{x}^n = n\phi\overline{x}^{n-1}\partial\phi\overline{x}$ ebenfalls $= \infty$, wenn alle folgende Differenziale $\partial_\alpha\phi\overline{x}^n$ es werden.

Setzen wir

$$u = \psi\overline{x} \cdot \phi\overline{x}$$

$$v = \psi'\overline{x} \cdot \phi\overline{x},$$

so ist

$$\frac{u}{v} = \frac{\psi\overline{x} \cdot \phi\overline{x}}{\psi'\overline{x} \cdot \phi\overline{x}} = \frac{\psi\overline{x}}{\psi'\overline{x}}.$$

Wäre nun $\phi\overline{x} = 0$ für $x = a$, so käme hieraus

$$\frac{0}{0} = \frac{\psi\overline{a}}{\psi'\overline{a}}$$

ein bestimmter Werth unter einer unbestimmten Gestalt. Dann aber ist auch

$$\frac{\partial u}{\partial v} = \frac{\psi\overline{x} \cdot \partial \cdot \phi\overline{x} + \phi\overline{x} \cdot \partial \cdot \psi\overline{x}}{\psi'\overline{x} \cdot \partial \cdot \phi\overline{x} + \phi\overline{x} \cdot \partial \cdot \psi'\overline{x}}$$

und folglich für $x = a$

$$\frac{\partial u}{\partial v} = \frac{\psi\overline{a}}{\psi'\overline{a}}$$

der Werth von $\frac{u}{v}$, wenn wir daraus die Factoren $\phi\overline{x}$ durch Division entfernen.

Setzen wir $\phi\overline{x}^n$ statt $\phi\overline{x}$, so ist klar, dafs wir durch dieselbe Methode den Werth $\frac{\psi\overline{x}}{\psi'\overline{x}}$ erhalten, wenn wir das Verfahren so lange fortsetzen, bis die Function $\phi\overline{x}$ aus Zähler und Nenner verschwindet. Dies kann nur stattfinden, wenn n eine positive ganze Zahl ist. Ist n ein ächter Bruch, z. B. $= \frac{1}{p}$, und

$$\frac{u}{v} = \frac{\psi\overline{x} \cdot (\phi\overline{x})^{\frac{1}{p}}}{\psi'\overline{x} \cdot (\phi\overline{x})^{\frac{1}{p}}},$$

so erhalten wir

$$\frac{\partial u}{\partial v} = \frac{\frac{1}{p}\,\psi\overline{x} \cdot \frac{\partial \cdot \phi\overline{x}}{(\phi\overline{x})^{\frac{p-1}{p}}} + (\phi\overline{x})^{\frac{1}{p}}\,\partial \cdot \psi\overline{x}}{\frac{1}{p}\,\psi'\overline{x} \cdot \frac{\partial \cdot \phi\overline{x}}{(\phi\overline{x})^{\frac{p-1}{p}}} + (\phi\overline{x})^{\frac{1}{p}}\,\partial \cdot \psi'\overline{x}}$$

$$= \frac{\psi\overline{x} \cdot \partial \cdot \phi\overline{x} + p \cdot \phi\overline{x}^{\frac{1}{p}} \cdot (\phi\overline{x})^{(p-1)}\,\partial \cdot \psi\overline{x}}{\psi'\overline{x} \cdot \partial \cdot \phi\overline{x} + p \cdot \phi\overline{x}^{\frac{1}{p}} \cdot (\phi\overline{x})^{p-1}\,\partial \cdot \psi'\overline{x}}$$

und in dieser Form giebt, $x = a$ gesetzt, wiederum

$$\frac{\partial u}{\partial v} \text{ den bestimmten Werth } \frac{\psi\overline{x}}{\psi'\overline{x}} = \frac{0}{0}.$$

Der berühmte Lagrange in seinen *Leçons* 8. behandelt den Bruch:

$$\frac{\sqrt{x}-\sqrt{a}+\sqrt{x-a}}{\sqrt{(x^2-a^2)}},$$

welcher für $x=a$ die Form erhält: $\frac{0}{0}$. Hier wird

$$\frac{\partial u}{\partial v}=\frac{\frac{1}{2}x^{-\frac{1}{2}}+\frac{1}{2}(x-a)^{-\frac{1}{2}}}{x(x^2-a^2)^{-\frac{1}{2}}}$$

$$=\frac{(x-a)^{\frac{1}{2}}+x^{\frac{1}{2}}}{2x(x^2-a^2)^{-\frac{1}{2}}\cdot x^{\frac{1}{2}}(x-a)^{\frac{1}{2}}}$$

$$=\frac{(x-a)^{\frac{1}{2}}+x^{\frac{1}{2}}}{2x\sqrt{x}(x+a)^{-\frac{1}{2}}}=\sqrt{x+a}\left\{\frac{\sqrt{x}+\sqrt{(x-a)}}{2x\sqrt{a}}\right\}$$

und für $x=a$

$$=\frac{\sqrt{2a}\sqrt{a}}{2a\sqrt{a}}=\frac{1}{\sqrt{2a}}.$$

Auf diese Weise wird also auch dann der bestimmte Werth des Bruches $\frac{u}{v}$ gefunden durch die Methode des Differenziirens, wenn die Differenziale für den Werth $x=a$ unendlich werden.

Setzen wir aber allgemein:

$$\frac{u}{v}=\frac{\psi\overline{x}}{\phi\overline{x}}$$

mithin, nach der Taylor'schen Reihe:

$$\psi\overline{x+k}=\psi\overline{x}+\frac{k}{1}\cdot\frac{\partial\cdot\psi\overline{x}}{\partial x}+\Sigma_2^\alpha\frac{k^\alpha}{1\cdot\cdot\cdot\cdot\alpha}\cdot\frac{\partial\alpha\,\phi\overline{x}}{\partial x^\alpha}$$

$$\phi\overline{x+k}=\phi\overline{x}+\frac{k}{1}\cdot\frac{\partial\cdot\phi\overline{x}}{\partial x}+\Sigma_2^\alpha\frac{k^\alpha}{1\cdot\cdot\cdot\cdot\alpha}\cdot\frac{\partial\alpha\,\phi\overline{x}}{\partial x^\alpha}$$

und für den Werth $x=a$ werde $\psi\overline{x}=0$, $\phi\overline{x}=0$, so ist

$$\frac{\psi\overline{a+k}}{\phi\overline{a+k}}=\frac{\partial\cdot\psi\overline{a}+\Sigma_2^\alpha\frac{k^{\alpha-1}}{1\cdot\cdot\cdot\cdot\alpha}\cdot\frac{\partial\alpha\,\psi\overline{a}}{\partial x^{\alpha-1}}}{\partial\cdot\phi\overline{a}+\Sigma_2^\alpha\frac{k^{\alpha-1}}{1\cdot\cdot\cdot\cdot\alpha}\cdot\frac{\partial\alpha\,\phi\overline{a}}{\partial x^{\alpha-1}}}$$

und weil diese Gleichung für jeden Werth von k gültig ist, so auch für $k=0$,

$$\frac{\psi\overline{a}}{\phi\overline{a}}=\frac{\partial\psi\overline{a}}{\partial\phi\overline{a}}.$$

Ist aber auch $\frac{\partial \psi \overline{a}}{\partial \phi \overline{a}} = \frac{0}{0}$, so wird diese nämliche Methode der Entwickelung des Zählers und Nenners auf dieselbe Weise in Anwendung gebracht.

Die Unanwendbarkeit der Taylor'schen Reihe auf dergleichen Brüche, um ihren Werth zu bestimmen, hat darin ihren Grund, daſs in Zähler und Nenner irrationale Gröſsen enthalten sind, deren Differenzial-Quotienten für einen gewissen Werth von x unendlich werden. Dies Hinderniſs also wird durch Wegschaffung des Irrationalen gehoben.

Setzen wir, um das obige Beispiel von Lagrange nach dieser Methode zu behandeln:

$$y = \frac{\sqrt{x} - \sqrt{a} + \sqrt{x-a}}{\sqrt{x^2 - a^2}},$$

so kommt

$$y^2 = \frac{x + a + (x-a) - 2\sqrt{xa} + 2\sqrt{x-a}\,(\sqrt{x} - \sqrt{a})}{x^2 - a^2}.$$

Sei also $y^2 = \frac{u}{v}$, also für $x = a$, $\frac{u}{v} = \frac{0}{0}$, so ist

$$\frac{\partial u}{\partial v} = \frac{2 - \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{x}} + 2(\sqrt{x} - \sqrt{a})\frac{\partial \cdot \sqrt{x-a}}{\partial x} + \frac{2\sqrt{x-a} \cdot \partial(\sqrt{x} - \sqrt{a})}{\partial x}}{2x},$$

also für $x = 0$

$$\frac{\partial u}{\partial v} = \frac{1}{2a} = y^2;$$

mithin

$$y = \frac{1}{\sqrt{2a}} = \frac{\sqrt{x} - \sqrt{a} + \sqrt{x-a}}{\sqrt{(x^2 - a^2)}}.$$

Anwendung der Reihe von Taylor auf räumliche Gröſsen.

14. Jede ebene Kurve läſst sich durch das Verhältniſs zweier auf einander rechtwinklicher Coordinaten: x, y, darstellen.

Sei $y = \phi\overline{x}$, so ist, nach Taylor's Theorem:

$$\phi\overline{x+k} = y + \frac{k}{1}\,\frac{\partial \phi\overline{x}}{\partial x} + \frac{k^2}{1 \cdot 2}\,\frac{\partial^2 \phi\overline{x}}{\partial x^2} + \Sigma_3^\alpha \frac{k^\alpha}{1 \cdot 2 \cdots \alpha} \cdot \frac{\partial^\alpha \phi\overline{x}}{\partial x^\alpha}.$$

Für eine zweite ebene Kurve, die mit jener in einem Punkte xy zusammen trifft, sei $y = \psi\overline{x}$:

$$\psi\overline{x+k} = y + \frac{k}{1}\,\frac{\partial \psi\overline{x}}{\partial x} + \frac{k^2}{1 \cdot 2}\,\frac{\partial^2 \psi\overline{x}}{\partial x^2} + \Sigma_3^\alpha \frac{k^\alpha}{1 \cdot 2 \cdots \alpha} \cdot \frac{\partial^\alpha \psi\overline{x}}{\partial x^\alpha}.$$

Hieraus kommt:

$$\psi\overline{x+k} - \phi\overline{x+k} = \frac{k}{1}\left(\frac{\partial\psi\overline{x}}{\partial x} - \frac{\partial\phi\overline{x}}{\partial x}\right) + \frac{k^2}{1\cdot 2}\left(\frac{\partial^2\psi\overline{x}}{\partial x^2} - \frac{\partial^2\phi\overline{x}}{\partial x^2}\right)$$
$$+ \Sigma_3^\alpha \frac{k^\alpha}{1\cdots\alpha}\left(\frac{\partial^\alpha\psi\overline{x}}{\partial x^2} - \frac{\partial^\alpha\phi\overline{x}}{\partial x^2}\right)$$

und, k negativ gesetzt,

$$\psi\overline{x-k} - \phi\overline{x-k} = -k\left(\frac{\partial\psi\overline{x}}{\partial x} - \frac{\partial\phi\overline{x}}{\partial x}\right) + \frac{k^2}{1\cdot 2}\left(\frac{\partial^2\psi\overline{x}}{\partial x^2} - \frac{\partial^2\phi\overline{x}}{\partial x^2}\right)$$
$$+ \Sigma_3^\alpha \frac{k^\alpha\cdot i^\alpha}{1\cdots\alpha}\left(\frac{\partial^\alpha\psi\overline{x}}{\partial x^\alpha} - \frac{\partial^\alpha\phi\overline{x}}{\partial x^\alpha}\right).$$

Sollen beide Kurven sich in dem Treffpunkte xy berühren, so müssen beide Differenzen zugleich positiv oder negativ sein. Dies kann nur sein, wenn

$$\frac{\partial\psi\overline{x}}{\partial x} = \frac{\partial\phi\overline{x}}{\partial x},$$

welches mithin die Bedingung des Berührens ist.

Bezeichnen wir eine gerade Linie mit s, beziehen sie auf die rechtwinklichen Coordinaten x, y. Ihr Anfangspunkt habe die constanten Coordinaten a, b; ihr Endpunkt die veränderlichen: x, y. Dann ist ihre Gleichung

$$\frac{y}{x-a} = \operatorname{tg}(s,x).$$

Daraus kommt

$$\Delta y = \Delta x \operatorname{tg}(s,x)$$

und

$$\Delta y^2 + \Delta x^2 = \frac{\Delta x^2}{\cos(s,x)^2}$$
$$\frac{\Delta s}{\Delta x} = \frac{1}{\cos(s,x)},$$

und weil $\cos\overline{s,x}$ unabhängig ist von x, y, so auch

$$\frac{\partial s}{\partial x} = \frac{1}{\cos(s,x)}.$$

Ziehen wir nun durch denselben Punkt mit dem Halbmesser r aus einem Mittelpunkt, dessen Coordinaten α, β sind, einen Kreis, so ist dessen Gleichung:

$$y-\beta = \sqrt{r^2-(x-\alpha)^2},$$

und hieraus folgt:

$$\frac{\partial y}{\partial x} = -\frac{x-\alpha}{y-\beta}.$$

Für die gerade Linie ist $\frac{\partial y}{\partial x} = \operatorname{tg}(s,x)$.

Soll also diese den Kreis berühren, so mufs sein:

$$\operatorname{tg}(s,x) = -\frac{x-\alpha}{y-\beta},$$

folglich der Differenzial-Quotient $\frac{\partial y}{\partial x}$ für beide Curven derselbe; daher auch $\partial y^2 + \partial x^2 = \partial s^2$ für beide Curven dasselbe.

Nennen wir nun einen mit r vom Berührungspunkte gezogenen beliebig grofsen Bogen Δs und den ihm angehörigen Winkel $\Delta\phi$, so ist

$$r\Delta\phi = \Delta s; \quad r = \frac{\Delta s}{\Delta\phi},$$

mithin auch, weil r unveränderlich bleibt,

$$\frac{\partial s}{\partial\phi} = r; \ \partial s = r\,\partial\phi.$$

Hieraus folgt, dafs das Element ∂s der berührenden Geraden zusammenfällt mit dem Differenzial-Bogen ∂s des Kreises, beschrieben mit dem Halbmesser r, innerhalb des Differenzial-Winkels $\partial\phi$.

Für alle Curven ist daher:

$$\partial s = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}.$$

15. Werden durch den Punkt A einer Oberfläche von irgend welcher beliebigen Krümmung berührende Gerade gezogen, so bilden diese eine berührende Ebene, und fällen wir durch A eine auf dieser Ebene, die wir S nennen wollen, senkrechte Gerade, so wird diese die Lage eines Halbmessers ϱ geben, mit welchem eine die Ebene S berührende Kugel bestimmt werden kann. Nennen wir σ die zwischen S und der Kugel liegende krumme Oberfläche, so wird auch diese von der Kugel berührt.

Vergröfsern sich die Coordinaten des Punktes A, welche $x-a, y-b, z-c$ sein mögen, so bekommt S den Zuwachs ΔS, begränzt von dem Parallelogramm $\Delta x \cdot \Delta y$, und den aus Punkten der ΔS auf Δx und Δy und deren Parallelen gefällten Perpendikeln Δz. Da auf dem Parallelogramm $z-c$ und auf ΔS der Halbmesser der Kugel, nämlich ϱ senkrecht steht, so ist

$$\frac{\Delta x \cdot \Delta y}{\Delta S} = \cos(\varrho, z-c),$$

und weil Δx, Δy, Δs, unabhängig von $\cos(\varrho, z-c)$, so ist auch, nach den Grundsätzen der Differenzial-Rechnung:

$$\frac{\partial x\,\partial y}{\partial s} = \cos(\varrho, z-c).$$

Nun ist im Allgemeinen die Gleichung des berührenden Kreises:

$$\varrho^2 = (x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2.$$

Daraus kommt, durch Differenziiren nach x, y als constant betrachtet, und nach y, x als constant betrachtet:

$$\frac{\partial_x z}{\partial x} = -\frac{x-\alpha}{z-\gamma};\quad \frac{\partial_y z}{\partial y} = -\frac{y-\beta}{z-\gamma};$$

folglich

$$\varrho^2 = (z-\gamma)^2 \left[1 + \left(\frac{\partial_x z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial_y z}{\partial y}\right)^2\right] \left(\frac{\partial_x z}{\partial x}\right)^2$$

und es ist $\frac{z-\gamma}{\varrho} = \cos(\varrho, z-\gamma)$; daher

$$\cos(\varrho, z-\gamma) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\partial_x z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial_y z}{\partial y}\right)^2}} \left(\frac{\partial_y z}{\partial y}\right)^2,$$

woraus sich ergiebt:

$$\partial s = \partial x\, \partial y \sqrt{1 + \left(\frac{\partial_x z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial_y z}{\partial y}\right)^2}.$$

16. Sei eine Ebene α, begrenzt von einer Kurve, und den Coordinaten y, x, eines Punktes in dieser. Erhält nun x den Zusatz Δx und y den Zusatz Δy, so wird $\Delta\alpha = y \cdot \Delta x + \Delta x \cdot \Delta y\, \phi\overline{x, y}$, weil $\Delta x \cdot \Delta y$ offenbar von $\phi\overline{x, y}$ abhängig ist; daher ist

$$\frac{\Delta\alpha}{\Delta x} = y + \Delta y\, \phi\overline{x, y}$$

und folglich, nach den Grundsätzen der Differenzial-Rechnung:

$$\partial\alpha = y\,\partial x.$$

17. Sei ein Körper V, begrenzt von einer krummen Oberfläche und den Coordinaten-Ebenen xy, xz, yz, so ist, wenn die x, y, z um Δx, Δy, Δz sich vergröfsern:

$$\Delta V = y\, \Delta x\, \Delta y + \Delta z\, \Delta x\, \Delta y\, \phi\overline{x, y, z}.$$

Daraus kommt, wie vorhin:

$$\frac{\Delta V}{\Delta x\, \Delta y} = z + \Delta z\, \phi\overline{x, y, z},\ \text{folglich}\ \frac{\partial V}{\partial x\, \partial y} = z.$$

Hiedurch ist nun erwiesen, was der eigentliche Hauptzweck dieser Abhandlung ist, dafs die Taylor'sche Reihe die ganze Analysis, sowohl die arithmetische als die geometrische umfafst und dem ganzen höheren Kalkül nichts anders zum Grunde liegt, als das blofse Verfahren des Combinirens in Vergröfserung oder Verkleinerung veränderlicher Gröfsen.

Über die Trennung der Wurzeln einer numerischen Gleichung mit Einer Unbekannten.

Von
H^rn.^ DIRKSEN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 7. Mai 1835.]

Vorbemerkungen.

Bekanntlich läfst sich die Lösung der allgemeinen, die Bestimmung der Wurzeln einer gegebenen numerischen Gleichung mit Einer Unbekannten betreffenden, Aufgabe auf die zweier andern, und zwar der beiden folgenden, zurückführen.

I. Die reellen Wurzeln einer gegebenen numerischen Gleichung mit Einer Unbekannten zu trennen, d. h. für eine jede derselben zwei Gröfsen, Grenzen genannt, zu ermitteln, zwischen denen sie allein enthalten sei.

II. Vermittelst der gewonnenen Grenzen den Werth der entsprechenden Wurzel mit jedem beliebigen Grade von Genauigkeit zu bestimmen.

Die erste dieser beiden Aufgaben als gelöst vorausgesetzt, besitzt die Analysis hinreichende Mittel, auch die zweite zur Erledigung zu bringen. Was aber die Lösung von jener selbst anbelangt, so ist dieselbe mit solchen Schwierigkeiten verbunden, dafs sie bis jetzt, aller angewendeten Bestrebungen ungeachtet, blofs mit Bezug auf die algebraischen Gleichungen zu einer vollständigen Erledigung hat gebracht werden können.

Die erste Lösung dieses Problems verdankt die Wissenschaft Lagrange. Dieselbe fordert, unter andern, die Bildung einer Hülfsgleichung, deren Wurzeln die Quadrate der Differenzen von je zwei der Wurzeln der gegebenen Gleichung seien: — eine Anforderung, deren Erfüllung zwar stets möglich ist, jedoch zu sehr weitläuftigen Rechnungen führt, sobald der Grad der gegebenen Gleichung nur einigermafsen beträchtlich ist.

Die zweite Lösung des angeregten Problems ist Fourier zu verdanken. Die betreffende Methode fordert die Bildung einer Reihe von Hülfsfunctionen mittelst des einfachen Prozesses der Differenziation einer ganzen Function, und umgeht dagegen die Bildung der Lagrangeschen, wie auch, wenn man den besondern Fall, wo zwei oder mehrere, auf einander folgende Glieder jener Reihe, für einerlei Werth der Veränderlichen, verschwinden, ausnimmt, einer jeden Hülfsgleichung gänzlich. Dieselbe ist eben deshalb, für die Anwendung, um vieles bequemer, als die Lagrangesche Methode.

Die dritte Lösung der in Rede stehenden Aufgabe endlich ist die Wissenschaft Hrn. Sturm schuldig. Dieselbe verlangt ebenfalls die Bildung einer Reihe von Hülfs-Functionen, und zwar mittelst des Prozesses der Division zweier ganzen Formen, und umgeht dagegen gleichfalls die Bestimmung der Lagrangeschen Hülfsgleichung. Wenn gleich mit Bezug auf die Bildung der erforderlichen Hülfs-Functionen weniger einfach, als die Fouriersche Methode, hat doch die, nach der Sturmschen Weise gewonnene Reihe, für den fernern Lösungs-Verlauf, ihre überwiegende Vortheile vor jener.

Keine von diesen drei verschiedenen Lösungs-Methoden ist, ihren wesentlichen Stücken nach, von der Art, dafs ihre Anwendbarkeit nothwendigerweise auf die algebraischen Gleichungen beschränkt wäre. Vielmehr läfst sich eine jede derselben als Folge eines Haupt-Lehrsatzes betrachten, der auf Bedingungen beruht, welchen in dem Falle, wo das mit Null verglichene Glied der Gleichung eine ganze Function bildet, streng allgemein, aufserdem aber noch in einer unbegrenzten Anzahl anderer Fälle, entsprochen werden kann. Rücksichtlich der Lagrangeschen Lösungsart liegt dieser Haupt-Lehrsatz sehr nahe. Was aber die Fouriersche und die Sturmsche Methode anbelangt, so ist die Ermittelung der entsprechenden Sätze mit mehr Schwierigkeiten verbunden, und hier deswegen zum Gegenstande einer Abhandlung gemacht worden. Dieselbe wird vielleicht zugleich dazu dienen können, die Grenzen der Anwendbarkeit beider Lösungsweisen mit der gehörigen Schärfe festzustellen, was um so weniger ohne Interesse sein dürfte, als in dieser Beziehung über die Fouriersche Methode bereits Erörterungen stattgefunden haben (vid. *Journ. de l'école polyt.* Cah. XIX, p. 382.; *Mémoires de l'Acad. d. sciences,* Tom. X, 1831.)

Die Abhandlung zerfällt in zwei Artikel. Der erste Artikel hat die Ermittelung und Begründung der zwei in Rede stehenden Haupt-Lehrsätze

zum Gegenstande. Beide sind hypothetischer Form, und setzen die mit Null verglichene Function, wenigstens innerhalb desjenigen Intervalls von besondern Werthen der ursprünglichen Veränderlichen, zwischen dessen Grenzen die Wurzeln bestimmt werden sollen, als continuirlich, und überdiefs noch eine endliche Reihe von Functionen voraus, die jene gegebene Function selbst zum Anfangsglied habe, und deren übrigen Glieder sowohl mit diesem Gliede, als unter einander, in einem gewissen, näher bestimmten Zusammenhange stehen. Wäre es möglich, zu jeder gegebenen Function dieser Art eine, die betreffenden Bedingungen erfüllende, endliche Reihe von Functionen zu bestimmen, so würde, sowohl vermittelst des einen, als des andern jener Sätze, jede dadurch gebildete Gleichung, allgemein gesprochen, zur Lösung gebracht werden können. Da dies aber nicht der Fall ist, so hat der zweite Artikel eine nähere Betrachtung der Fälle und Methoden zum Gegenstande, für welche und mittelst welcher sich zu einer gegebenen Function eine, den geforderten Eigenschaften entsprechende, Reihe von Functionen gewinnen lasse.

Artikel 1.

Über eine Reihe von Functionen.

§. 1. Erklärungen.

1. Bezeichnet x eine ursprüngliche Veränderliche und

$$\text{(I.)}\quad f_0(x), f_1(x), f_2(x), f_3(x), \cdots f_\varrho(x), f_{\varrho+1}(x), f_{\varrho+2}(x), \cdots$$

eine, nach irgend einem Gesetze fortschreitende, endliche, oder unendliche Reihe Functionen von x, so ist es klar, dafs sich aus dieser Reihe, durch Weglassung von einem oder mehrern unmittelbar auf einander folgenden, sowohl der Anfangs-, der End-, als der Anfangs- und der Endglieder zugleich, mehrere andere Reihen gewinnen lassen. Um die, auf eine solche Weise, aus (I) abgeleiteten, Reihen von einander zu unterscheiden, und demgemäfs zu bezeichnen, soll, streng allgemein, diejenige Reihe, welche aus (I) entsteht, indem man die Anfangsglieder derselben bis $f_\varrho(x)$ excl., und die Endglieder von $f_\mu(x)$ excl. an, wegläfst, d. h. die Reihe

$$f_\varrho(x), f_{\varrho+1}(x), f_{\varrho+2}(x), f_{\varrho+3}(x), \cdots f_\mu(x),$$

durch $R_\varrho^{(\mu)}(x)$ angedeutet werden, in welchem Zeichen also der Index ϱ mit dem Index des Anfangsgliedes $f_\varrho(x)$, und der Accent μ mit dem Index des Endgliedes $f_\mu(x)$ einerlei ist, und die Indices der einzelnen Glieder der durch dieses Zeichen dargestellten Reihe, von dem des anfänglichen an, bis zu dem des Endgliedes, um eine Einheit zunehmend fortgehen.

Diesem nach wird sich die Reihe (I) selbst bezeichnen lassen durch $R_0^{(r)}(x)$, in so fern sie eine endliche bildet, von deren letztem Gliede der Index r ist, — und durch $R_0^{(\infty)}(x)$, in so fern sie eine unendliche Reihe darstellt. Beide Fälle wollen wir durch $R_0^{(\omega)}(x)$ andeuten, wo also unter ω entweder ∞ oder eine angebbare ganze Zahl r zu verstehen ist, je nachdem die Reihe selbst als eine unendliche, oder als eine solche endliche gedacht wird, deren letztes Glied mit dem Index r behaftet ist. Jede, durch Weglassung blofs der Anfangsglieder bis $f_\varrho(x)$ excl. aus (I) gewonnene Reihe,

$$f_\varrho(x),\ f_{\varrho+1}(x),\ f_{\varrho+2}(x),\ f_{\varrho+3}(x),\ \cdots\cdots,$$

läfst sich alsdann durch $R_\varrho^{(\omega)}(x)$, und jede aus ihr durch Weglassung blofs der Endglieder, von $f_\mu(x)$ ausschliefslich an, erzeugte Reihe,

$$f_0(x),\ f_1(x),\ f_2(x),\ f_3(x),\ \cdots\cdots f_\mu(x),$$

durch $R_0^{(\mu)}(x)$ darstellen.

Da eine Reihe wenigstens zwei Glieder voraussetzt, so folgt, dafs in dem Zeichen $R_\varrho^{(\mu)}(x)$, in der strengen Bedeutung genommen, μ stets, wenigstens um eine Einheit, gröfser, als ϱ gedacht werden mufs, — und dafs daher nur, vermöge einer Erweiterung dieser Bedeutung, das Zeichen $R_\varrho^{(\varrho)}(x)$ für $f_\varrho(x)$, was hier auch geschehen soll, gebraucht werden kann: endlich, dafs ein Zeichen dieser Form, in welchem $\mu < \varrho$ ist, vollkommen bedeutungslos ist.

2. Vorausgesetzt nun, dafs die verschiedenen Glieder der Reihe $R_0^{(\omega)}$ insgesammt reell und vollständig bestimmt bleiben innerhalb der Grenzen irgend zweier reeller besonderer Werthe A und B der Veränderlichen x (an deren Stelle die Formen $-\infty$ und $+\infty$ treten, im Falle kein reeller Werth für x denkbar ist, für welchen die Reihe dieser Bedingung nicht entspräche): so ist es klar, dafs, streng allgemein, die Glieder der Reihe $R_\varrho^{(\mu)}(x)$, als sämmtlich in $R_0^{(\omega)}(x)$ enthalten, dieselbe Bedingung erfüllen werden. Denkt man sich demnach in eine von den aus (I) abgeleiteten Reihen $R_\varrho^{(\mu)}(x)$ irgend

einen, zwischen A und B enthaltenen, reellen besondern Werth a für x gesetzt, so wird dieselbe in eine Reihe von $(\mu-\varrho+1)$ Werthen,

$$f_\varrho(a),\ f_{\varrho+1}(a),\ f_{\varrho+2}(a),\ f_{\varrho+3}(a),\cdots\cdot f_\mu(a),$$

übergehen, von welcher, der Annahme zufolge, jedes Glied eine vollständig bestimmte Zahl, 0 oder angebbar, und überdies, in so fern der entsprechende Zahlwerth nicht Null ist, ein vollständig bestimmtes algebraisches Zeichen darbieten wird. — Um die, auf eine solche Weise erzeugten Reihen von Werthen auf eine bequeme, und der obigen analoge, Weise zu bezeichnen, soll, streng allgemein, diejenige, welche aus $R_\varrho^{(\mu)}(x)$ für den besondern Werth a von x entspringt, durch $R_\varrho^{(\mu)}(a)$, und eine jede der übrigen wiederum dieser analog angedeutet werden.

Angenommen nun, dafs kein Glied der Reihe $R_0^{(\omega)}(x)$, für $x=a$, Null werde, wird solches auch mit keinem der Glieder von der Reihe $R_\varrho^{(\mu)}(x)$, von $\varrho=0$ bis $\varrho=\omega$, und von $\mu=0$ bis $\mu=\omega$, der Fall sein; und es wird sich alsdann offenbar aus der Werth-Reihe $R_\varrho^{(\mu)}(a)$, durch Weglassung der Zahlwerthe ihrer verschiedenen Glieder, eine Reihe von $(\mu-\varrho+1)$ algebraischen Zeichen gewinnen lassen. Es ist die so entstehende Zeichen-Reihe, welche hier, streng allgemein, durch $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$ bezeichnet, und von welcher jedes einzelne Zeichen selbst ein Glied der Zeichen-Reihe $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$, genannt werden soll.

Je zwei unmittelbar auf einander folgende Glieder dieser Zeichen-Reihe sollen ein Zeichenpaar genannt, und jedes folgende Glied des einen Paars als das vorhergehende des unmittelbar folgenden betrachtet werden: dergestalt, dafs eine Zeichen-Reihe von $(\mu-\varrho+1)$ Gliedern $(\mu-\varrho)$ Zeichenpaare enthalten wird.

Von jedem Zeichenpaare soll gesagt werden, dafs es einen Zeichenstand bilde; und es soll dieser Zeichenstand eine Zeichenfolge, oder ein Zeichenwechsel heifsen, je nachdem die beiden Zeichen des betreffenden Paares einerlei, oder verschieden sind. Hiernach bildet offenbar der Zeichenstand, sowohl von $(+,+)$, als von $(-,-)$ eine Zeichenfolge; dagegen der von $(+,-)$, wie auch von $(-,+)$ einen Zeichenwechsel.

Die Anzahl der, in einer Zeichen-Reihe enthaltenen, Zeichenpaare, welche beziehungsweise eine Zeichenfolge bilden, heifse die Anzahl der Zeichenfolgen der Reihe; indefs die Anzahl der in einer Zeichen-Reihe

enthaltenen Zeichenpaare, die beziehungsweise einen Zeichenwechsel bilden, die Anzahl der Zeichenwechsel der Reihe genannt werden mag.

Zusatz. Da hiernach jedem Zeichenpaare ein Zeichenstand, und jedem Zeichenstand entweder eine Zeichenfolge, oder ein Zeichenwechsel entspricht: so folgt mit Nothwendigkeit, dafs die Summe der Zahlen, welche beziehungsweise die Anzahl der Zeichenfolgen und der Zeichenwechsel einer Zeichen-Reihe $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$ darstellen, der Anzahl der, in derselben enthaltenen Zeichenpaare, also $\mu-\varrho$, gleich ist; — wie auch, dafs die Zeichen-Reihe $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$ von einer jeden dieser beiden Gattungen von Zeichenständen (ϱ und μ als vollständig bestimmt gedacht) eine vollständig bestimmte Anzahl enthalten wird.

3. Was nun die Verschiedenheit zweier, auf die vorhin erörterte Weise gebildeter, Zeichen-Reihen betrifft, so kann diese offenbar in mehrern Beziehungen aufgefafst werden. Für den hier vorliegenden besondern Zweck ist es indefs vollkommen hinreichend, dieselbe blofs in so fern ins Auge zu fassen, als sie die Anzahl der Zeichenfolgen und der Zeichenwechsel derselben betrifft. Da nun, dem Obigen nach, sobald, von einer vorgegebenen Reihe, die Anzahl der Zeichenstände von der einen Gattung gegeben ist, die der andern Gattung ebenfalls gegeben sein wird; so wird es wiederum gestattet sein, sich hierbei auf die Angabe von Einer dieser Zahlen zu beschränken. Wir wollen hier, zu diesem Behufe, die Anzahl der Zeichenwechsel nehmen, und dieselbe, streng allgemein, für die Zeichenreihe $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$ mit $N_\varrho^{(\mu)}(a)$ bezeichnen.

Was ferner den Unterschied, zwischen der Anzahl der Zeichenwechsel zweier, einerlei Functions-Reihe $R_\varrho^{(\mu)}(x)$ entsprechender, Zeichen-Reihen $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$ und $Z_\varrho^{(\mu)}(b)$ vorhanden, betrifft, so soll dieser durch $\Delta_\varrho^{(\mu)}\binom{a}{b}$ dargestellt werden, und zwar so, dafs

$$\Delta_\varrho^{(\mu)}\binom{a}{b} = N_\varrho^{(\mu)}(a) - N_\varrho^{(\mu)}(b)$$

sei.

Endlich: bezeichnet a einen vollständig bestimmten, und a' einen solchen reellen besondern Werth von x, dafs, von $x=a$ bis $x=a'$ excl., keine von den Gliedern der Reihe $R_\varrho^{(\mu)}(x)$ Null werde: so soll jeder beliebige, zwischen a und a' enthaltene, nicht näher bestimmte, besondere Werth von x durch $>a'$, wenn $a>a'$, und durch $<a'$, wenn $a<a'$ gedacht wird, — wie auch die, einem solchen besondern Werth von x entsprechende, Werth-

Reihe durch $R_\varrho^{(\mu)}(>a')$, $R_\varrho^{(\mu)}(<a')$, — die Zeichen-Reihe durch $Z_\varrho^{(\mu)}(>a')$, $Z_\varrho^{(\mu)}(<a')$, — die Anzahl der Zeichenwechsel durch $N_\varrho^{(\mu)}(>a')$, $N_\varrho^{(\mu)}(<a')$, — schliefslich die Differenz der Zeichenwechsel zweier solcher Gestalt bezeichneten Zeichen-Reihen, der obigen Bestimmung gemäfs, dargestellt werden.

Zusatz. Aus den vorigen Bestimmungen folgt:

1. dafs das Zeichen $N_\varrho^{(\mu)}(a)$ stets eine positive ganze Gröfse, Null, oder angebbar, bezeichnen, und für $\mu=\varrho$ beständig als Null zu betrachten sein wird.
2. Dafs das Zeichen $\Delta_\varrho^{(\mu)}\binom{a}{b}$ stets eine ganze Gröfse darstellt, welche positiv, Null, oder negativ sein wird, je nachdem $N_\varrho^{(\mu)}(a) \gtreqless N_\varrho^{(\mu)}(b)$ ist.

§. 2. Lehrsätze.

4. Dem Vorigen nach ist es einleuchtend, dafs, in so fern i eine zwischen ϱ und μ einschliefslich enthaltene, ganze Zahl bezeichnet, die Anzahl der Zeichenpaare von $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$ der Summe von denen von $Z_\varrho^{(i)}(a)$ und $Z_i^{(\mu)}(a)$ gleich ist; wie auch, dafs jedem einzelnen Zeichenwechsel von $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$ ein einzelner Zeichenwechsel von $Z_\varrho^{(i)}(a)$ und $Z_i^{(\mu)}(a)$, und umgekehrt, entspricht. Mithin wird die Anzahl der Zeichenwechsel von $Z_\varrho^{(\mu)}(a)$ der Summe der Anzahl der Zeichenwechsel von $Z_\varrho^{(i)}(a)$ und $Z_i^{(\mu)}(a)$ gleich sein. — Aus denselben Gründen wird, wenn k eine, zwischen ϱ und i einschliefslich enthaltene, ganze Zahl bezeichnet, die Anzahl der Zeichenwechsel von $Z_\varrho^{(i)}(a)$ der Summe von denen von $Z_\varrho^{(k)}(a)$ und $Z_k^{(i)}(a)$ gleich sein.

Verbindet man mit diesem Ergebnifs die in No. 3. gemachte Bestimmung, und setzt $k=i-i'$: so erlangt man

Lehrsatz 1. Bezeichnen i und $i-i'$ zwei zwischen ϱ und μ einschliefslich enthaltene ganze Zahlen, so hat man

$$N_\varrho^{(\mu)}(a)=N_\varrho^{(i-i')}(a)+N_{i-i'}^{(i)}(a)+N_i^{(\mu)}(a).$$

Da, nach eben diesem Satze,

$$N_\varrho^{(\mu)}(b)=N_\varrho^{(i-i')}(b)+N_{i-i'}^{(i)}(b)+N_i^{(\mu)}(b)$$

ist; so hat man, indem man diese Gleichung mit der vorigen verbindet,

$$N_\varrho^{(\mu)}(a)-N_\varrho^{(\mu)}(b)=\{N_\varrho^{(i-i')}(a)-N_\varrho^{(i-i')}(b)\}+\{N_{i-i'}^{(i)}(a)-N_{i-i'}^{(i)}(b)\}$$
$$+\{N_i^{(\mu)}(a)-N_i^{(\mu)}(b)\}.$$

Da endlich, nach No. 3., streng allgemein,

$$N_p^{(q)}(a)-N_p^{(q)}(b)=\Delta_p^{(q)}\binom{a}{b}$$

ist: so erlangt man

Lehrsatz 2. Bezeichnen i und $i-i'$ zwei, zwischen ϱ und μ einschliefslich enthaltene positive ganze Gröfsen, so ist

$$\Delta_\varrho^{(\mu)}\binom{a}{b} = \Delta_\varrho^{(i-i')}\binom{a}{b} + \Delta_{i-i'}^{(i)}\binom{a}{b} + \Delta_i^{(\mu)}\binom{a}{b}.$$

Nach Lehrsatz 1. ist, indem man $i-i' = \varrho+1$, und $i' = 0$ setzt, und, nach No. 3., die Gleichung $N_i^{(i)}(a) = 0$ berücksichtigt,

$$N_\varrho^{(\mu)}(a) = N_\varrho^{(\varrho+1)}(a) + N_{\varrho+1}^{(\mu)}(a).$$

Da nun die, der Zahl $N_\varrho^{(\varrho+1)}(a)$ entsprechende Zeichen-Reihe $Z_\varrho^{(\varrho+1)}(a)$ blofs zwei Glieder enthält, und eben deshalb entweder einen Zeichenwechsel, oder eine Zeichenfolge darbieten mufs (No. 2.), so hat man

$$N_\varrho^{(\varrho+1)}(a) = \text{vel } 0, \text{ vel } 1;$$

also

$$N_\varrho^{(\mu)}(a) \quad = \text{vel } N_{\varrho+1}^{(\mu)}(a), \text{ vel } N_{\varrho+1}^{(\mu)}(a) + 1.$$

Aus denselben Gründen hat man

$$N_\varrho^{(\mu)}(b) \quad = \text{vel } N_{\varrho+1}^{(\mu)}(b), \text{ vel } N_{\varrho+1}^{(\mu)}(b) + 1:$$

folglich

$$\begin{aligned} N_\varrho^{(\mu)}(a) - N_\varrho^{(\mu)}(b) = & \text{ vel } \{N_{\varrho+1}^{(\mu)}(a) - N_{\varrho+1}^{(\mu)}(b)\} - 1, \\ & \text{ vel } \{N_{\varrho+1}^{(\mu)}(a) - N_{\varrho+1}^{(\mu)}(b)\}, \\ & \text{ vel } \{N_{\varrho+1}^{(\mu)}(a) - N_{\varrho+1}^{(\mu)}(b)\} + 1. \end{aligned}$$

Vermöge No. 3. hat man also

Lehrsatz 3. Es ist

$$\begin{aligned} \Delta_\varrho^{(\mu)}\binom{a}{b} = & \text{ vel } \Delta_{\varrho+1}^{(\mu)}\binom{a}{b} - 1, \\ & \text{ vel } \Delta_{\varrho+1}^{(\mu)}\binom{a}{b}, \\ & \text{ vel } \Delta_{\varrho+1}^{(\mu)}\binom{a}{b} + 1. \end{aligned}$$

5. Jetzt werde angenommen, dafs das allgemeine Glied der Reihe $R_0^{(\omega)}(x)$, $f_\varrho(x)$, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r$, wo r irgend eine bestimmte ganze Zahl, gröfser, als Null und nicht gröfser, als ω bezeichnet, also ein jedes Glied der Reihe $R_0^{(r)}(x)$, continuirlich bleibe innerhalb der Grenzen zweier gegebener reeller Werthe A und B von x, von denen, der Deutlichkeit wegen, $A < B$ sei, und für welche beziehungsweise die Formen $-\infty$ und $+\infty$ genommen werden mögen, um anzudeuten, dafs jene Functionen dieser Bedingung für alle reellen Werthe von x entsprechen; ferner werde angenommen, dafs die verschiedenen Glieder der Reihe $R_0^{(r)}(x)$ in einem solchen Zusammenhange mit einander stehen, dafs, wenn c_ϱ einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x bezeichnet, für welchen man hat

$$f_\varrho(x) = 0,$$

und h eine positiv-bleibende Veränderliche andeutet, alsdann stets

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c_\varrho - h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c_\varrho - h) \text{ ungleichnahmig,}$$

dagegen

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c_\varrho + h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c_\varrho + h) \text{ gleichnahmig}$$

seien. — Es ist ein solcher Theil $R_0^{(r)}(x)$ der Reihe $R_0^{(\mu)}(x)$, der hier zunächst einer nähern Betrachtung unterworfen werden soll.

Es seien μ und i irgend zwei ganze Zahlen, $\mu > i$, und $\mu \leqq r$, in welchem Falle also μ angebbar sein wird. Alsdann ist es klar, dafs auch die Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ jene Bedingungen erfüllen wird. Angenommen nun, dafs c'_ϱ und c''_ϱ zwei von einander verschiedene, jedoch zwischen A und B enthaltene, besondere Werthe von x bezeichnen, für welche irgend ein Glied $f_\varrho(x)$ der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ Null werde, und dafs diese keinen Werth zwischen sich enthalten, für welchen dasselbe stattfinde; so werden offenbar, vermöge der vorausgesetzten Continuität von $f_\varrho(x)$, in so fern man $c'_\varrho < c''_\varrho$ annimmt,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c'_\varrho + h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c''_\varrho - h) \text{ gleichnahmig}$$

sein. Nun hat man, den fernern Voraussetzungen nach,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c'_\varrho + h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c'_\varrho + h) \text{ gleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c''_\varrho - h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c''_\varrho - h) \text{ ungleichnahmig:}$$

daher, wie leicht zu übersehen,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c'_\varrho + h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c''_\varrho - h) \text{ ungleichnahmig.}$$

Kraft des Begriffs eines Grenzwerthes einer Function wird also, unter diesen Annahmen, eine solche angebbare positive Gröfse ε denkbar sein, dafs, von $h = \varepsilon$ bis $h = 0$, die besondern Werthe der Functionen von h,

$$f_{\varrho+1}(c'_\varrho + h) \text{ und } f_{\varrho+1}(c''_\varrho - h),$$

für einerlei Werth von h, beständig ungleichnahmig seien. Mithin wird, vermöge der Continuität, ein besonderer Werth $k'_{\varrho+1}$ für x, zwischen c'_ϱ und c''_ϱ einschliefslich enthalten, denkbar sein, für welchen man habe

$$f_{\varrho+1}(x) = 0.$$

Bezeichnen demnach c'_ϱ und c''_ϱ zwei, der Gröfse nach, unmittelbar aufeinander folgende besondere Werthe von x, für welche man hat

$$f_\varrho(x) = 0:$$

so giebt es stets wenigstens Einen zwischen c'_ϱ und c''_ϱ enthaltenen besondern Werth $k'_{\varrho+1}$ von x, für welchen

$$f_{\varrho+1}(x) = 0$$

sein wird.

Durch eine wiederholte Anwendung dieses Ergebnisses erlangt man

Lehrsatz 4. Bezeichnen c'_ϱ, c''_ϱ, c'''_ϱ, ... $c^{(n)}_\varrho$ eine Anzahl von n verschiedenen, insgesammt zwischen A und B enthaltenen, ihrer Gröfse nach geordneten, besondern Werthe von x, für welche beziehungsweise das Glied $f_\varrho(x)$ der Reihe $R^{(\mu)}_i(x)$ Null wird; so gibt es stets eine Anzahl von wenigstens $(n-1)$ von einander verschiedenen, ebenfalls zwischen A und B enthaltenen besondern Werthen von x,

$$k'_{\varrho+1},\ k''_{\varrho+1},\ k'''_{\varrho+1}, \dots k^{(n-1)}_{\varrho+1},$$

für welche beziehungsweise das nächstfolgende Glied $f_{\varrho+1}(x)$ der Reihe $R^{(\mu)}_i(x)$ ebenfalls Null wird, und von denen, streng allgemein, der Werth $k^{(\nu)}_{\varrho+1}$ zwischen den Werthen $c^{(\nu)}_\varrho$ und $c^{(\nu+1)}_\varrho$ enthalten ist.

6. Angenommen, dafs für irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x die n unmittelbar auf einander folgenden Glieder

$$f_{i'+1}(x),\ f_{i'+2}(x),\ f_{i'+3}(x), \dots f_{i'+n}(x)$$

der Reihe $R^{(\mu)}_i(x)$ gleichzeitig Null werden, so hat man, den Voraussetzungen zufolge,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i'+1}(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i'+n+1}(c+h) \text{ gleichnahmig;}$$

dagegen

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i'+1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i'+n+1}(c-h)$$

gleich-, oder ungleichnahmig, je nachdem die Zahl n gerade, oder ungerade ist. Nimmt man nun ausdrücklich an, dafs der Werth von $f_{i'+n+1}(x)$ nicht Null werde für $x=c$: so hat man, vermöge der Continuität von $f_{i'+n+1}(x)$ (Vorauss.),

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i'+n+1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i'+n+1}(c+h) \text{ gleichnahmig:}$$

folglich, vermöge des Obigen,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i'+1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i'+1}(c+h)$$

gleich-, oder ungleichnahmig, je nachdem n gerade, oder ungerade ist. Daher

Lehrsatz 5. Werden, für irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x eine Anzahl von n unmittelbar auf einander folgenden Gliedern

$$f_{\nu+1}(x),\ f_{\nu+2}(x),\ f_{\nu+3}(x),\ f_{\nu+4}(x),\ \cdots\cdot f_{\nu+n}(x),$$

der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ zugleich Null, und das Glied $f_{\nu+n+1}(x)$ nicht: so werden

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\nu+1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\nu+1}(c+h)$$

gleich-, oder ungleichnahmig sein, je nachdem n gerade, oder ungerade ist.

7. Dem Vorigen nach wird jedem, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x, in so fern für denselben keins der Glieder der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ in Null übergeht, eine gewisse, aus $(\mu-i+1)$ Gliedern bestehende, Zeichen-Reihe $Z_i^{(\mu)}(c)$ entsprechen. Betrachten wir jetzt die Verschiedenheit der Zeichen-Reihen, die aus $R_i^{(\mu)}(x)$ entstehen, indem man sich x von A bis B veränderlich denkt.

Es ist sogleich einleuchtend, dafs alle so entstehenden Zeichen-Reihen durchgängig, d. h. Glied für Glied, einerlei sein werden, in so fern, innerhalb eben jenes Intervalls von besonderen Werthen für x, die entsprechenden besondern Werthe der verschiedenen Glieder der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ gleichnahmig sind. Nur in so fern also, als Eins, oder mehrere von den Gliedern der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ beziehungsweise für $x=a$ ein anderes Zeichen, als für $x=b$ annehmen, werden zwei jener Zeichen-Reihen $Z_i^{(\mu)}(a)$ und $Z_i^{(\mu)}(b)$ von einander verschieden sein können. Da nun, der Voraussetzung zufolge, die verschiedenen Glieder der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ continuirlich sind von $x=A$ bis $x=B$; so werden die besondern Werthe von keinem derselben für zwei besondere Werthe a und b von x, zwischen A und B enthaltend, ungleichnahmig sein können, wofern es nicht wenigstens Einen, zwischen a und b enthaltenen, besondern Werth c von x gibt, für welchen ein solches Glied den Werth Null erlangt. Mithin werden die Zeichen-Reihen $Z_i^{(\mu)}(a)$, $Z_i^{(\mu)}(b)$ nur in so fern von einander verschieden sein können, als wenigstens für Einen, zwischen a und b enthaltenen, besondern Werth c von x Eins oder mehrere jener Glieder Null werden.

Es ist aber leicht zu übersehen, dafs hieraus nicht gefolgert werden darf, dafs, wenn die Zeichen-Reihen $Z_i^{(\mu)}(a)$, $Z_i^{(\mu)}(b)$ durchgängig einerlei sind, alsdann keins der Glieder von $R_i^{(\mu)}(x)$, für irgend einen, zwischen a

und b enthaltenen, besondern Werth von x Null werde. Vorausgesetzt, dafs $f_\varrho(a)$ und $f_\varrho(b)$, wie auch $f_{\varrho+1}(a)$ und $f_{\varrho+1}(b)$ beziehungsweise gleichnahmig seien; so sind zwei Fälle denkbar. Entweder wird, indem sich x von a bis b ändert, $f_\varrho(x)$ ein- oder mehrmals Null, oder solches ist nicht der Fall. Wird $f_\varrho(x)$ ein- oder mehrmals Null, und bezeichnen $c_1, c_2, c_3, c_4, \cdots c_n$ die, nach ihrer Gröfse geordneten, entsprechenden besondern Werthe von x; so mufs, nach Lehrs. 4., $f_{\varrho+1}(x)$ wenigstens $(n-1)$ mal den Werth Null erlangen, und zwar insgesammt für Werthe von x, die gröfser, als c_1 und $< c_n$ sind. Den Voraussetzungen nach hat man alsdann

$$f_\varrho(< c_1) \text{ und } f_{\varrho+1}(< c_1) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$f_\varrho(> c_n) \text{ und } f_{\varrho+1}(> c_n) \text{ gleichnahmig,}$$

$$f_\varrho(a) \quad \text{ und } f_\varrho(< c_1) \text{ gleichnahmig.}$$

Sind demnach $f_\varrho(a)$ und $f_{\varrho+1}(a)$ gleichnahmig; so sind $f_{\varrho+1}(a)$ und $f_{\varrho+1}(< c_1)$ ungleichnahmig: mithin gibt es wenigstens Einen Werth k_1 für x, zwischen a und c_1, — und daher wenigstens n Werthe $k_1, k_2, k_3, k_4, \cdots k_n$ für x, zwischen a und b enthalten, für welche $f_{\varrho+1}(x)$ den besondern Werth Null erlangt. Sind aber $f_\varrho(a)$ und $f_{\varrho+1}(a)$ ungleichnahmig, so sind es auch, der in Rede stehenden Annahme zufolge, $f_\varrho(b)$ und $f_{\varrho+1}(b)$. Da nun, wie schon bemerkt, $f_\varrho(> c_n)$ und $f_{\varrho+1}(> c_n)$ gleichnahmig sind, und es, der Annahme nach, keinen Werth zwischen c_n und b gibt, für welchen $f_\varrho(x)$ Null wird: so folgt, dafs es wenigstens auch Einen Werth zwischen c_n und b, — und daher n Werth zwischen a und b für x geben mufs, für welchen $f_{\varrho+1}(x)$ in den besondern Werth Null übergeht. Da endlich, wenn auch $f_\varrho(x)$ nicht den Werth Null erlangt, von $x = a$ bis $x = b$, dennoch $f_{\varrho+1}(x)$ ein- oder mehrmals Null werden kann: so folgt, dafs, wenn $f_\varrho(a)$ und $f_\varrho(b)$, wie auch $f_{\varrho+1}(a)$ und $f_{\varrho+1}(b)$ beziehungsweise gleichnahmig sind, alsdann $f_\varrho(x)$, von $x = a$ bis $x = b$, nicht öfter den Werth Null annehmen kann, als $f_{\varrho+1}(x)$.

Vermöge des vorhin gewonnenen, und einer wiederholten Anwendung des so eben erlangten Ergebnisses erhält man

Lehrsatz 6. *a.* Wird, indem sich x von a bis b, beziehungsweise zwischen A und B enthalten, ändert, keins von den Gliedern der Reihe $R_i^{(u)}(x)$ Null: so sind die Zeichen-Reihen $Z_i^{(u)}(a)$ und $Z_i^{(u)}(b)$, Glied für Glied, einerlei; und es können dieselben nur in so fern von einander ver-

schieden sein, als wenigstens für Einen, zwischen a und b enthaltenen, besondern Werth c von x wenigstens Eins jener Glieder Null wird.

β) Sind die Zeichen-Reihen $Z_i^{(\mu)}(a)$ und $Z_i^{(\mu)}(b)$, Glied für Glied, einerlei; so kann, von $x=a$ bis $x=b$, jedes vorhergehende Glied $f_\varrho(x)$ der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ nicht öfter den Werth Null erlangen, als das unmittelbar folgende $f_{\varrho+1}(x)$.

Zusatz. Wird also, unter den vorigen Annahmen, das Endglied $f_\mu(x)$ der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$, von $x=a$ bis $x=b$, niemals Null: so kann auch keins der Glieder von $R_i^{(\mu)}(x)$, von $x=a$ bis $x=b$, Null werden.

8. Angenommen, dafs von der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ die n ersten Glieder,

$$f_i(x),\ f_{i+1}(x),\ f_{i+2}(x),\ f_{i+3}(x),\ \cdots\, f_{i+n-1}(x),$$

für irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x gleichzeitig Null werden; so hat man, den Grundvoraussetzungen zufolge, von $\varrho=i$, bis $\varrho=i+n-1$,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c+h) \text{ gleichnahmig.}$$

Vermöge Lehrs. 6. α) und No. 3. folgt hieraus:

$$f_\varrho(<c) \text{ und } f_{\varrho+1}(<c) \text{ ungleichnahmig,}$$
$$f_\varrho(>c) \text{ und } f_{\varrho+1}(>c) \text{ gleichnahmig,}$$

und zwar von $\varrho=i$ bis $\varrho=i+n-1$: daher, wie leicht zu übersehen, $i+n-1<\mu$ vorausgesetzt,

$$N_i^{(i+n)}(<c)=n,\quad N_i^{(i+n)}(>c)=0,$$

mithin

$$\Delta_i^{(i+n)}\binom{<c}{>c}=n.$$

Da nun, nach Lehrs. 2.,

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c}=\Delta_i^{(i+n)}\binom{<c}{>c}+\Delta_{i+n}^{(\mu)}\binom{<c}{>c}$$

ist: so erlangt man, indem man diese Gleichung mit der vorigen verbindet,

Lehrsatz 7. Werden, für den besondern Werth c von x, zwischen A und B enthalten, die n ersten Glieder der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ beziehungsweise

Null: so hat man, in so fern $i+n-1<\mu$ ist, was auch mit den übrigen Gliedern vorgehe,

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = n + \Delta_{i+n}^{(\mu)}\binom{<c}{>c}.$$

Zusatz 1. Sind die Zeichen-Reihen $Z_{i+n}^{(\mu)}(<c)$ und $Z_{i+n}^{(\mu)}(>c)$ einerlei; so hat man

$$N_{i+n}^{(\mu)}(<c) = N_{i+n}^{(\mu)}(>c):$$

daher

$$\Delta_{i+n}^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = 0.$$

Verbindet man diese Gleichung mit der vorigen, so kommt

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = n.$$

Zusatz 2. Ist $i+n-1=\mu$, so hat man, unter der Voraussetzung von Zus. 1.,

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = n-1 = \mu-1.$$

9. Nimmt man an, dafs für irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x, die $(i'+1)$ ersten Glieder,

$$f_i(x),\ f_{i+1}(x),\ f_{i+2}(x),\ f_{i+3}(x),\ \ldots\ f_{i+i'}(x),$$

oder die sämmtlichen Glieder der Reihe $R_i^{(i+i')}(x)$, nicht Null werden, indefs dagegen die n unmittelbar folgenden,

$$f_{i+i'+1}(x),\ f_{i+i'+2}(x),\ f_{i+i'+3}(x),\ \ldots\ f_{i+i'+n}(x),$$

beziehungsweise in den besondern Werth Null übergehen: so hat man, dem 6ten Lehrs. α) und No. 3. zufolge,

$$\Delta_i^{(i+i')}\binom{<c}{>c} = 0;$$

und, nach Lehrs. 7., in so fern $i+i'+n<\mu$ ist,

$$\Delta_{i+i'+1}^{(i+i'+n+1)}\binom{<c}{>c} = n.$$

Ferner hat man, da $f_{i+i'}(x)$ nicht Null wird für $x=c$ (Vorauss.)

$$f_{i+i'}(<c) \text{ und } f_{i+i'}(>c) \text{ gleichnahmig};$$

wie auch, nach Lehrs. 5.,

$$f_{i+i'+1}(<c) \text{ und } f_{i+i'+1}(>c)$$

gleichnahmig oder ungleichnahmig, je nachdem n gerade, oder ungerade ist.

Ist demnach n gerade, so ist

$$N_{i+i'}^{(i+i'+1)}(<c) = N_{i+i'}^{(i+i'+1)}(>c):$$

mithin

$$\Delta_{i+i'}^{(i+i'+1)}\binom{<c}{>c} = 0.$$

Ist aber n ungerade, und sind

$$\alpha)\ f_{i+i'}(<c) \text{ und } f_{i+i'+1}(<c) \text{ gleichnahmig:}$$

so ist

$$N_{i+i'}^{(i+i'+1)}(<c) = N_{i+i'}^{(i+i'+1)}(>c) - 1;$$

mithin

$$\Delta_{i+i'}^{(i+i'+1)}\binom{<c}{>c} = -1.$$

Sind dagegen, für n ungerade,

$$\beta)\ f_{i+i'}(<c) \text{ und } f_{i+i'+1}(<c) \text{ ungleichnahmig;}$$

so ist

$$N_{i+i'}^{(i+i'+1)}(<c) = N_{i+i'}^{(i+i'+1)}(>c) + 1:$$

daher

$$\Delta_{i+i'}^{(i+i'+1)}\binom{<c}{>c} = 1.$$

Da nun, nach Lehrsatz 2.,

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = \Delta_i^{(i+i')}\binom{<c}{>c} + \Delta_{i+i'}^{(i+i'+1)}\binom{<c}{>c} + \Delta_{i+i'+1}^{(i+i'+n+1)}\binom{<c}{>c} + \Delta_{i+i'+n+1}^{(\mu)}\binom{<c}{>c}$$

ist: so erlangt man

Lehrsatz 8. Werden, für irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x, von den, in $R_i^{(\mu)}(x)$ enthaltenen Gliedern, die Glieder der Reihe $R_i^{(i+i')}(x)$ alle angebbar; dagegen die Glieder der Reihe $R_{i+i'+1}^{(i+i'+n)}(x)$ insgesammt Null: so hat man, in so fern $i+i'+n<\mu$ ist, was auch für die übrigen Glieder stattfinde,

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = n + \Delta_{i+i'+n+1}^{(\mu)}\binom{<c}{>c},$$

wenn n gerade ist;

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = n - 1 + \Delta_{i+i'+n+1}^{(\mu)}\binom{<c}{>c},$$

wenn n ungerade ist, und $f_{i+i'}(< c)$ und $f_{i+i'+1}(< c)$ gleichnahmig sind;

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{< c}{> c} = n + 1 + \Delta_{i+i'+n+1}^{(\mu)}\binom{< c}{> c},$$

wenn n ungerade ist, und $f_{i+i'}(< c)$ und $f_{i+i'+1}(< c)$ ungleichnahmig sind.

Zusatz 1. Sind die Zeichen-Reihen $Z_{i+i'+n+1}^{(\mu)}(< c)$ und $Z_{i+i'+n+1}^{(\mu)}(> c)$ einerlei; so hat man

$$\Delta_{i+i'+n+1}^{(\mu)}\binom{< c}{> c} = 0:$$

daher

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{< c}{> c} = n,$$

wenn n gerade ist;

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{< c}{> c} = n - 1,$$

wenn n ungerade ist, und $f_{i+i'}(< c)$ und $f_{i+i'+1}(< c)$ gleichnahmig sind;

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{< c}{> c} = n + 1,$$

wenn n ungerade ist, und $f_{i+i'}(< c)$ und $f_{i+i'+1}(< c)$ ungleichnahmig sind.

Zusatz 2. Ist $i+i'+n = \mu$; so tritt, nach Zus. 2., Lehrs. 7., sowohl in dem vorigen Lehrs., als in dessen Zus. 1., $n-1$ an die Stelle von n.

10. Es sind in den zwei unmittelbar vorhergehenden Sätzen blofs die beiden einfachsten Fälle der, für irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x, verschwindenden Glieder der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ betrachtet worden. Beide Fälle haben das gemeinschaftlich, dafs sie die Glieder, welche zugleich in den besondern Werth Null übergehen, als unmittelbar auf einander folgend voraussetzen; dagegen wiederum das Verschiedene, dafs der erste Fall ausdrücklich das Anfangsglied der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ selbst enthält, welches aber bei dem zweiten eben so ausdrücklich ausgeschlossen bleibt. Der allgemeine Fall ist nun offenbar derjenige, wo, für irgend einen Werth c von x, die Glieder der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ gruppenweise in Null übergehen. Da dieser aber, wie leicht zu übersehen, als eine Zusammensetzung der beiden vorigen Fälle angesehen werden kann; so wird hier eine gesonderte Betrachtung desselben übergangen werden können.

Eine wiederholte Anwendung der Zus. 1. von den Lehrs. 7. und 8. führt nun, wie leicht zu übersehen, zu

Lehrsatz 9. Es bezeichnen A und B irgend zwei reelle besondere Werthe der ursprünglichen Veränderlichen x, von denen $A < B$; r bezeichne eine angebbare ganze Zahl, gröfser, als 1, und nicht gröfser, als ω; ferner bezeichnen i und μ zwei ganze Zahlen, von denen $i < r$, und $\mu > i$, und $\overline{\overline{<}}\, r$ sei; endlich bezeichne

$$f_0(x),\ f_1(x),\ f_2(x),\ f_3(x), \cdots\cdot f_\varrho(x),\ f_{\varrho+1}(x),\ f_{\varrho+2}(x), \cdots\cdot f_\omega(x),$$

oder $R_0^{(\omega)}(x)$, eine endliche, oder unendliche, den folgenden Bedingungen entsprechende, Reihe von Functionen:

α) dafs ihre verschiedenen Glieder, entweder insgesammt, oder wenigstens von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r$, continuirlich bleiben für alle besondern Werthe von x, von $x = A$ bis $x = B$;

β) dafs, wenn c_ϱ einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x bezeichnet, für welchen man hat

$$f_\varrho(x) = 0,$$

alsdann stets, h als eine positiv-bleibende Veränderliche betrachtet,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c_\varrho - h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c_\varrho - h) \text{ ungleichnahmig,}$$

dagegen

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c_\varrho + h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+1}(c_\varrho + h) \text{ gleichnahmig}$$

seien, und zwar von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r - 1$ einschliefslich;

γ) dafs die besondern Werthe der $f_\mu(x)$, von $x = A$ bis $x = B$, keine Zeichen-Änderung erleiden.

Dies vorausgesetzt, hat man, indem man sich für x, nach und nach, alle, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werthe gesetzt denkt,

1) in so fern a und b zwei solche, zwischen A und B enthaltene, besondere Werthe von x bezeichnen, von denen $b > a$, und für welche beziehungsweise kein Glied der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ in Null übergeht,

$$\Delta_i^{(\mu)}\left(\begin{smallmatrix} a \\ b \end{smallmatrix}\right) = \text{vel Null, vel einer positiven ganzen Gröfse;}$$

2) so oft für einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x, eine Anzahl n der unmittelbar auf einander folgenden Glieder der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$, einschliefslich des anfänglichen $f_i(x)$, den Werth Null erlangt, $n < \mu - i + 1$ vorausgesetzt,

$$\Delta_i^{(\mu)}\left(\begin{smallmatrix} <c \\ >c \end{smallmatrix}\right) = n;$$

3) so oft für einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x, eine Anzahl n der unmittelbar auf einander folgenden Glieder der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$, ausschliefslich des anfänglichen $f_i(x)$, Null wird, in so fern $f_{i+i'+1}(x)$ als das erste der verschwindenden Glieder betrachtet wird,

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = n,$$

wenn n gerade ist;

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = n-1,$$

wenn n ungerade ist, und $f_{i+i'}(<c)$ und $f_{i+i'+1}(<c)$ gleichnahmig sind;

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} = n+1,$$

wenn n ungerade ist, und $f_{i+i'}(<c)$ und $f_{i+i'+1}(<c)$ ungleichnahmig sind.

Zusatz 1. Bezeichnen $c_1, c_2, c_3 \cdots\cdots c_\nu$ eine Anzahl ν verschiedener, zwischen A und B enthaltener, und zunehmend geordneter, besonderer Werthe von x, für welche Eins, oder mehrere der Glieder von $R_i^{(\mu)}(x)$ in Null übergehen; so hat man, in so fern noch ausdrücklich angenommen wird, dafs für alle übrigen, zwischen A und B denkbaren, reellen besondern Werthen von x, kein Glied der Reihe $R_i^{(\mu)}(x)$ Null werde,

$$\Delta_i^{(\mu)}\binom{A}{B} = \Delta_i^{(\mu)}\binom{<c_1}{>c_1} + \Delta_i^{(\mu)}\binom{<c_2}{>c_2} + \Delta_i^{(\mu)}\binom{<c_3}{>c_3} + \cdots\cdots + \Delta_i^{(\mu)}\binom{<c_\nu}{>c_\nu}.$$

Zusatz 2. Da also, so oft, von $x=A$ bis $x=B$, die Function $f_i(x)$, für $x=c$, in Null übergeht, $\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c} \geqq 1$ sein wird; so folgt, dafs die Anzahl der verschiedenen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werthe von x, für welchen die Gleichung $f_i(x)=0$ stattfindet, niemals gröfser, aber wohl kleiner, als $\Delta_i^{(\mu)}\binom{A}{B}$ sein kann; und ferner, da $\Delta_i^{(\mu)}\binom{A}{B}$ niemals gröfser, als $\mu-i$ sein kann, so wird auch die Anzahl jener Werthe niemals gröfser, als $\mu-i$ sein können.

Zusatz 3. Da, wenn für $x=c$, $f_i(x)$ nicht Null wird, $\Delta_i^{(\mu)}\binom{<c}{>c}$ nur eine gerade Zahl, einschliefslich der Null, sein kann; so folgt, dafs, wenn $\Delta_i^{(\mu)}\binom{A}{B}$ eine ungerade Zahl bildet, wenigstens für Einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x die Gleichung $f_i(x)=0$ stattfinden wird

Zusatz 4. So viele Änderungen in den Zeichenständen der verschiedenen Zeichen-Reihen, den verschiedenen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werthen von x entsprechend, aus solchen besondern Werthen

von x entspringen, für welche $f_{,}(x)$ nicht Null wird, — eben so viel beträgt die Zahl $\Delta_{,}^{(\mu)}\binom{A}{B}$ mehr, als die Anzahl der, von einander verschiedenen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werthe von x, welche der Gleichung $f_{,}(x) = 0$ Genüge leisten, ohne zugleich Eins, oder mehrere von den übrigen Gliedern der Reihe $R_{,}^{(\mu)}(x)$ gleich Null zu machen. Da nun jene Anzahl stets gerade ist; so folgt, dafs die Anzahl aller verschiedenen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werthe von x, welche der Gleichung $f_{,}(x) = 0$ Genüge leisten, ohne zugleich irgend Eins, oder mehrere von den übrigen Gliedern der Reihe zum Verschwinden zu bringen, stets von der Form

$$\Delta_{,}^{(\mu)}\binom{A}{B} - 2n$$

ist, wo n irgend eine, mit Einschlufs der Null, ganze Zahl bezeichnet.

Zusatz 5. Findet die Erfüllung der Bedingungen des vorigen Lehrsatzes für alle reellen besondern Werthe von x statt; so gelten auch die betreffenden Ergebnisse von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$.

Anmerk. Es ist der 9te Lehrsatz, welcher als die Haupt-Grundlage der Fourierschen Trennungs-Methode angesehen werden kann.

11. Es bezeichnen A und B, von denen, der Bestimmtheit wegen, $A < B$ gedacht werde, irgend zwei reelle besondere Werthe der ursprünglichen Veränderlichen x, an deren Stelle die Formen $-\infty$ und $+\infty$ treten, in so fern die entsprechenden Zahlwerthe beziehungsweise beliebig grofs gedacht werden dürfen; $R_0^{(\mu)}(x)$, oder

$$f_0(x),\ f_1(x),\ f_2(x),\ f_3(x), \cdots f_\varrho(x),\ f_{\varrho+1}(x),\ f_{\varrho+2}(x), \cdots$$

bezeichne eine endliche, oder unendliche Reihe Functionen, entweder insgesammt, oder wenigstens von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r$, wo $r > 1$, continuirlich von $x = A$ bis $x = B$, — und in einem solchen Zusammenhange mit einander stehend, dafs, wenn c_{r+1} irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x bezeichnet, für welchen man hat

$$f_{\varrho+1}(x) = 0,$$

alsdann, h als eine positiv-bleibende Veränderliche vorausgesetzt,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c_{\varrho+1} - h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+2}(c_{\varrho+1} - h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c_{\varrho+1} + h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+2}(c_{\varrho+1} + h) \text{ ungleichnahmig,}$$

wie auch, wenn c irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x darstellt, für welchen man hat

$$f_0(x) = 0,$$

alsdann

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$

und

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c+h) \text{ gleichnahmig}$$

seien. — Es ist eine, so näher bestimmte Reihe von Functionen, welche nunmehr den Gegenstand der Betrachtung bilden soll.

In Folge der vorausgesetzten Continuität der verschiedenen Glieder von $R_0^{(r)}(x)$ ist es einleuchtend, dafs die Zahlen $N_0^{(r)}(a)$ und $N_0^{(r)}(b)$, beziehungsweise die Anzahl der Zeichenwechsel von den Zeichen-Reihen $Z_0^{(r)}(a)$ und $Z_0^{(r)}(b)$ darstellend, nur in so fern von einander verschieden sein können, als, wenigstens für Einen, zwischen a und b enthaltenen, besondern Werth c von x Eins, oder mehrere von den Gliedern der Reihe $R_0^{(r)}(x)$ den besondern Werth Null annehmen. Vorausgesetzt also, dafs, für $x = c$, eine Anzahl n der unmittelbar auf einander folgenden Glieder von $R_0^{(r)}(x)$, einschliefslich des anfänglichen $f_0(x)$, also die sämmtlichen Glieder der Reihe $R_0^{(n-1)}(x)$, wo $n - 1 < r$, Null werden, hat man, den obigen Annahmen gemäfs,

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$
$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_2(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$
$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_3(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$
$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_2(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_4(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$
$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$
$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_{n-2}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_n(c-h) \text{ ungleichnahmig:}$$

daher

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$
$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_2(c-h) \text{ gleichnahmig,}$$
$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_2(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_3(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$
$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_3(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_4(c-h) \text{ gleichnahmig,}$$

streng allgemein,

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_\varrho(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_{\varrho+1}(c-h)$$

ungleich-, oder gleichnahmig, je nachdem ϱ gerade, oder ungerade ist, und zwar von $\varrho = 0$ bis $\varrho = n-1$ einschliefslich.

Diesem nach hat man, wie leicht zu übersehen,

$$N_0^{(n)}(<c) = \frac{n+1}{2}, \text{ wenn } n \text{ ungerade,}$$

$$N_0^{(n)}(<c) = \frac{n}{2}, \text{ wenn } n \text{ gerade}$$

ist. Da nun, nach Lehrs. 1.,

$$N_0^{(r)}(<c) = N_0^{(n)}(<c) + N_n^{(r)}(<c):$$

so hat man

$$(1) \cdots\cdots \begin{cases} N_0^{(r)}(<c) = \frac{n+1}{2} + N_n^{(r)}(<c), \text{ wenn } n \text{ ungerade,} \\ \qquad\qquad\;\; = \quad \frac{n}{2} \quad + N_n^{(r)}(<c), \text{ wenn } n \text{ gerade} \end{cases}$$

ist.

Ferner ist, ebenfalls den obigen Voraussetzungen zufolge,

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c+h) \text{ gleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_2(c+h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_3(c+h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_2(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_4(c+h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_3(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_5(c+h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\vdots$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_{n-2}(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_n(c+h) \text{ ungleichnahmig:}$$

daher

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c+h) \text{ gleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_2(c+h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_2(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_3(c+h) \text{ gleichnahmig,}$$

streng allgemein,

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_\varrho(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_{\varrho+1}(c+h)$$

ungleich-, oder gleichnahmig, je nachdem ϱ ungerade, oder gerade ist, und zwar von $\varrho = 0$ bis $\varrho = n - 1$ einschliefslich.

Diesem nach hat man, wie leicht zu übersehen,

$$N_0^{(n)}(> c) = \frac{n}{2}, \text{ wenn } n \text{ gerade,}$$
$$= \frac{n-1}{2}, \text{ wenn } n \text{ ungerade}$$

ist: folglich

$$(2) \quad \dots\dots \begin{cases} N_0^{(r)}(> c) = \frac{n}{2} + N_n^{(r)}(> c), \text{ wenn } n \text{ gerade,} \\ \qquad\qquad = \frac{n-1}{2} + N_n^{(r)}(> c), \text{ wenn } n \text{ ungerade} \end{cases}$$

ist.

Aus der Verbindung der Gleichungen (1) und (2) mit einander erhält man, weil, nach No. 3.,

$$\Delta_0^{(r)}\binom{< c}{> c} = N_0^{(r)}(< c) - N_0^{(r)}(> c),$$

$$(3) \dots\dots \begin{cases} \Delta_0^{(r)}\binom{< c}{> c} = \Delta_n^{(r)}\binom{< c}{> c}, \text{ wenn } n \text{ gerade,} \\ \qquad\qquad = 1 + \Delta_n^{(r)}\binom{< c}{> c}, \text{ wenn } n \text{ ungerade} \end{cases}$$

ist.

Nimmt man noch ausdrücklich an, dafs die Zeichen-Reihen $Z_n^{(r)}(< c)$ und $Z_n^{(r)}(> c)$ durchgängig einerlei seien; so hat man

$$\Delta_n^{(r)}\binom{< c}{> c} = 0:$$

folglich

$$(4) \dots\dots\dots\dots \begin{cases} \Delta_0^{(r)}\binom{< c}{> c} = 0, \text{ wenn } n \text{ gerade,} \\ \qquad\qquad = 1, \text{ wenn } n \text{ ungerade} \end{cases}$$

ist.

12. Angenommen ferner, dafs, für $x = c$, die n Glieder

$$f_i(x), f_{i+1}(x), f_{i+2}(x), \dots f_{i+n-1}(x)$$

der Reihe $R_0^{(r)}(x)$, oder die sämmtlichen Glieder der Reihe $R_i^{(i+n-1)}(x)$, wo $i > 0$ und $i + n - 1 < r$, zugleich Null werden, indefs die Glieder $f_{i-1}(x)$ und $f_{i+n}(x)$, beziehungsweise von $x < c$ bis $x > c$, keine Zeichen-Änderung erleiden: so hat man, den Voraussetzungen zufolge,

$$(P)\begin{cases}\overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i+\varrho}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i+\varrho+2}(c-h) \text{ ungleichnahmig,}\\ \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i+\varrho}(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i+\varrho+2}(c+h) \text{ ungleichnahmig,}\end{cases}$$

und zwar von $\varrho=-1$ bis $\varrho=n-2$; wie auch, weil $f_{i-1}(x)$ und $f_{i+n}(x)$, der in Rede stehenden Annahme nach, von $x<c$ bis $x>c$, keine Zeichen-Änderung erleiden,

$$(Q)\begin{cases}\overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i-1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i-1}(c+h) \text{ gleichnahmig,}\\ \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i+n}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i+n}(c+h) \text{ gleichnahmig.}\end{cases}$$

Zwei Hauptfälle sind hier von einander zu unterscheiden: der, wo n gerade, und der, wo n ungerade ist.

I. Ist n gerade und sind alsdann

$$\alpha)\ \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i-1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i}(c-h) \text{ gleichnahmig;}$$

so hat man, vermöge der Bedingungen (P), wie leicht zu übersehen,

$$N_{i-1}^{(i+n)}(<c)=\frac{n}{2},$$

und, vermöge der Bedingungen (P) und (Q),

$$N_{i-1}^{(i+n)}(>c)=\frac{n}{2}.$$

Sind aber, für n gerade,

$$\beta)\ \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i-1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i}(c-h) \text{ ungleichnahmig;}$$

so ist, vermöge der Bedingungen (P),

$$N_{i-1}^{(i+n)}(<c)=\frac{n}{2}+1,$$

und, vermöge der Bedingungen (P) und (Q),

$$N_{i-1}^{(i+n)}(>c)=\frac{n}{2}+1.$$

II. Ist n ungerade, und sind alsdann

$$\alpha)\ \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i-1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}f_{i}(c-h) \text{ gleichnahmig;}$$

so ist, vermöge der Bedingungen (P),

$$N_{i-1}^{(i+n)}(<c)=\frac{n+1}{2},$$

und, vermöge der Bedingungen (P) und (Q),

$$N_{i-1}^{(i+n)}(>c) = \frac{n+1}{2}.$$

Sind aber, für n ungerade,

$$\beta)\ \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{i-1}(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_i(c-h) \text{ ungleichnahmig;}$$

so ist, vermöge (P),

$$N_{i-1}^{(i+n)}(<c) = \frac{n+1}{2},$$

und, vermöge (P) und (Q),

$$N_{i-1}^{(i+n)}(>c) = \frac{n+1}{2}.$$

Da nun, nach No. 3.,

$$\Delta_{i-1}^{(i+n)}\binom{<c}{>c} = N_{i-1}^{(i+n)}(<c) - N_{i-1}^{(i+n)}(>c)$$

ist: so hat man, für alle Fälle,

$$\Delta_{i-1}^{(i+n)}\binom{<c}{>c} = 0.$$

Endlich, da, nach Lehrs. 2.,

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c}{>c} = \Delta_0^{(i-1)}\binom{<c}{>c} + \Delta_{i-1}^{(i+n)}\binom{<c}{>c} + \Delta_{i+n}^{(r)}\binom{<c}{>c}$$

ist; so hat man, streng allgemein,

$$(5) \cdots\cdots\cdots \Delta_0^{(r)}\binom{<c}{>c} = \Delta_0^{(i-1)}\binom{<c}{>c} + \Delta_{i+n}^{(r)}\binom{<c}{>c}.$$

Nimmt man also noch an, dafs die Zeichen-Reihen $Z_0^{(i-1)}(<c)$ und $Z_0^{(i-1)}(>c)$, $Z_{i+n}^{(r)}(<c)$ und $Z_{i+n}^{(r)}(>c)$ beziehungsweise einerlei seien; so hat man

$$\Delta_0^{(i-1)}\binom{<c}{>c} = 0, \quad \Delta_{i+n}^{(r)}\binom{<c}{>c} = 0,$$

mithin, vermöge der Gleichung (5),

$$(6) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \Delta_0^{(r)}\binom{<c}{>c} = 0.$$

13. Vorausgesetzt endlich, dafs, für $x = c$, von den Gliedern der Reihe $R_0^{(r)}(x)$ zugleich den besondern Werth Null annehmen die Glieder der Reihen

$$R_0^{(n-1)}(x),\ R_{n+i}^{(n+i+n'-1)},\ R_{n+i+n'+i'}^{(n+i+n'+i'+n''-1)},\ \text{u. s. w.},$$

indefs alle übrigen, wie auch $f_r(x)$ insbesondere, von $x < c$ bis $x > c$, keine Zeichen-Änderung erleiden: so hat man, vermöge der Gleichung (4),

$$\Delta_0^{(n)}\binom{<c}{>c} = 0, \text{ wenn } n \text{ gerade,}$$
$$= 1, \text{ wenn } n \text{ ungerade:}$$

und, vermöge der Gleichung (6),

$$\Delta_n^{(n+i)}\binom{<c}{>c} = 0,$$

$$\Delta_{n+i}^{(n+i+n')}\binom{<c}{>c} = 0,$$

$$\Delta_{n+i+n'}^{(n+i+n'+i')}\binom{<c}{>c} = 0,$$

$$\Delta_{n+i+n'+i'}^{(n+i+n'+i'+n'')}\binom{<c}{>c} = 0,$$

u. s. w.

Verbindet man hiermit Lehrs. 2., so kommt

$$(7) \cdots\cdots\cdots\cdots \Delta_0^{(r)}\binom{<c}{>c} = 0, \text{ wenn } n \text{ gerade,}$$
$$= 1, \text{ wenn } n \text{ ungerade}$$

ist.

Durch eine wiederholte Anwendung der Ergebnisse (4), (6) und (7), in Verbindung mit der Erwägung, dafs die Werthe einer continuirlichen Function nur in so fern eine Zeichen-Änderung erleiden können, als diese zugleich den besondern Werth Null erlangt, gewinnt man, mit Leichtigkeit,

Lehrsatz 10. Es bezeichnen A und B, von denen $B > A$, irgend zwei reelle besondere Werthe der ursprünglichen Veränderlichen x, und r irgend eine angebbare ganze Zahl; ferner bezeichne

$$f_0(x),\ f_1(x),\ f_2(x),\ f_3(x), \cdots f_\varrho(x),\ f_{\varrho+1}(x),\ f_{\varrho+2}(x), \cdots f_r(x),$$

oder $R_0^{(r)}(x)$, eine Reihe von $(r+1)$, den folgenden Bedingungen entsprechenden Functionen von x:

α) dafs ihre verschiedenen Glieder insgesammt continuirlich bleiben für alle reellen besondern Werthe von x, von $x = A$ bis $x = B$;

β) dafs, wenn $c_{\varrho+1}$ irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x bezeichnet, für welchen man hat

$$f_{\varrho+1}(x) = 0,$$

alsdann, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-1$, h als eine positiv-bleibende Veränderliche betrachtet,

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c_{\varrho+1}-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+2}(c_{\varrho+1}-h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_\varrho(c_{\varrho+1}+h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_{\varrho+2}(c_{\varrho+1}+h) \text{ ungleichnahmig;}$$

wie auch, wenn c_0 irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x darstellt, für welchen man hat

$$f_0(x) = 0,$$

alsdann

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_0(c_0-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_1(c_0-h) \text{ ungleichnahmig,}$$

dagegen

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_0(c_0+h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}} f_1(c_0+h) \text{ gleichnahmig}$$

seien;

γ) dafs die besondern Werthe des Endgliedes $f_r(x)$, von $x = A$ bis $x = B$, keine Zeichen-Änderung erleiden.

Dies vorausgesetzt, hat man, indem man sich der Veränderlichen x, nach und nach, alle reellen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werthe beigelegt denkt,

1) in so fern a und b, von denen $b > a$, zwei zwischen A und B enthaltene, besondere Werthe von x bezeichnen, für welche kein Glied der Reihe $R_0^{(r)}(x)$ den Werth Null annimmt,

$$\Delta_0^{(r)}\left(\begin{smallmatrix} a \\ b \end{smallmatrix}\right) = \text{vel } 0,$$

vel einer positiven ganzen Gröfse;

2) so oft für einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x, Eins, oder mehrere von den Gliedern der Reihe $R_0^{(r)}$, ausschliefslich des anfänglichen $f_0(x)$, in Null übergehen,

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c}{>c} = 0;$$

3) so oft für einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c von x, das Anfangsglied $f_0(x)$ nebst den n unmittelbar folgenden Gliedern der Reihe $R_0^{(r)}(x)$ den Werth Null erlangt,

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c}{>c} = 1, \text{ wenn } n, \text{ mit Einschlufs der Null, gerade,}$$
$$= 0, \text{ wenn } n \text{ ungerade}$$

ist.

Zusatz 1. Da, so oft, von $x = A$ bis $x = B$, die Function $f_0(x)$, für einen besondern Werth c von x, den Werth Null annimmt, $\Delta_0^{(r)}\binom{<c}{>c} =$ vel 0, vel 1 ist, und diese Zahl nur in so fern von Null verschieden sein kann, als $f_0(x)$, für $x = c$, in Null übergeht: so folgt, dafs die Anzahl der verschiedenen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werthe von x, für welche die Gleichung $f_0(x) = 0$ stattfindet, wohl gröfser, aber nicht kleiner, als $\Delta_0^{(r)}\binom{A}{B}$ sein kann.

Zusatz 2. Da die Gleichung $\Delta_0^{(r)}\binom{<c}{>c} = 1$ nur in allen denjenigen Fällen stattfindet, wo, für $x = c$, nur eine gerade Anzahl der Anfangsglieder von $R_1^{(r)}(x)$ neben $f_0(x)$ Null wird: so hat man, in so fern $c_1, c_2, c_3, c_4 \cdots\cdots c_\mu$ eine Anzahl μ, zunehmend geordneter, zwischen A und B enthaltener, besonderer Werthe von x bezeichnen, welche der Gleichung

$$f_0(x) = 0$$

Genüge leisten, und angenommen wird, dafs es aufser diesen keine andere, zwischen A und B enthaltene, besondere Werthe von x gebe, für welche eben jene Gleichung stattfinde, — wie auch, dafs, für eben diese besondern Werthe von x, niemals eine ungerade Anzahl der unmittelbar auf einander folgenden Anfangsglieder der Reihe $R_1^{(r)}(x)$ Null werde

$$\Delta_0^{(r)}\binom{A}{<c_1} = 0,$$

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c_1}{>c_1} = 1,$$

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c_1}{>c_2} = 0,$$

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c_2}{>c_2} = 1,$$

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c_2}{>c_3} = 0,$$

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c_3}{>c_3} = 1,$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

$$\Delta_0^{(r)}\binom{<c_\mu}{>c_\mu} = 1,$$

$$\Delta_0^{(r)}\binom{>c_\mu}{B} = 0:$$

folglich, indem man hiermit Lehrs. 2. verbindet,

$$\Delta_0^{(r)}\left(\begin{smallmatrix}A\\B\end{smallmatrix}\right) = \mu.$$

Und umgekehrt, wird für keinen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x, eine ungerade Anzahl der unmittelbar auf einander folgenden Anfangsglieder der Reihe $R_1^{(r)}(x)$, zugleich mit $f_0(x)$, Null, und hat man

$$\Delta_0^{(r)}\left(\begin{smallmatrix}A\\B\end{smallmatrix}\right) = \mu:$$

so giebt es stets gerade μ von einander verschiedene, insgesammt zwischen A und B enthaltene, besondere Werthe von x, für welche beziehungsweise die Gleichung

$$f_0(x) = 0$$

stattfindet.

Zusatz 3. Da die Zahl $\Delta_0^{(r)}\left(\begin{smallmatrix}A\\B\end{smallmatrix}\right)$ niemals $> r$, die Anzahl aller Zeichenstände, den Reihen $R_0^{(r)}(A)$ und $R_0^{(r)}(B)$ entsprechend, sein kann: so wird, unter den Voraussetzungen des vorigen Lehrsatzes, in Verbindung mit der ausdrücklichen Annahme, dafs für keinen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x, eine ungerade Anzahl der unmittelbar auf einander folgenden Anfangsglieder der Reihe $R_1^{(r)}(x)$ mit $f_0(x)$ den Werth Null annehmen, die Anzahl der verschiedenen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werthe von x, für welche die Gleichung

$$f_0(x) = 0$$

stattfindet, niemals gröfser, als r sein kann.

Zusatz 4. Da keine ungerade Anzahl von den unmittelbar auf einander folgenden Anfangsgliedern der Reihe $R_1^{(r)}(x)$, zugleich mit $f_0(x)$, Null werden kann, wofern nicht $f_0(x)$ und $f_1(x)$ zugleich Null werden; so werden die Ergebnisse der beiden vorigen Zusätze, unter andern, ihre Richtigkeit haben, wofern nur, für keinen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x, $f_0(x)$ und $f_1(x)$ zugleich den Werth Null annehmen.

Zusatz 5. Findet die Erfüllung der oben ausgesprochenen Bedingungen für alle denkbaren, reellen besondern Werthe von x statt; so gelten auch die vorigen Ergebnisse von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$.

Anmerk. Es ist der 10[te] Lehrsatz, welcher als der, der Sturmschen Trennungs Methode zu Grunde liegende, Haupt-Lehrsatz betrachtet werden kann.

Artikel II.

Nähere Betrachtung der Voraussetzungen der vorigen Lehrsätze.

14. Wenden wir uns jetzt zu einer nähern Betrachtung der, den beiden vorigen Lehrsätzen und deren Zusätzen zu Grunde liegenden Voraussetzungen, und zwar zunächst zu denen des 9ten Satzes.

Dafs nicht zu jeder continuirlichen Function $f_0(x)$ eine Reihe von Functionen $R_1^{(r)}(x)$, den Voraussetzungen des 9ten Lehrsatzes, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, entsprechend, möglich ist, leuchtet ein, sobald man erwägt, dafs, nach Zus. 2. eben dieses Satzes, die Erfüllung dieser Bedingung nur in so fern stattfinden kann, als $f_0(x)$, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, für nicht mehr, als r von einander verschiedene besondere Werthe von x den besondern Werth Null annimmt: — eine Einschränkung, die dem Begriffe einer continuirlichen Function vollkommen fremd ist.

Die in Rede stehenden Voraussetzungen selbst sind die folgenden:

α) dafs, von $x = A$ bis $x = B$, die verschiedenen Glieder der Reihe $R_0^{(r)}(x)$ insgesammt continuirliche Functionen seien (unter welchem Begriff bekanntlich auch jede Constante als enthalten angesehen werden kann);

β) dafs, für jeden, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth c_ϱ von x, für welchen man hat

$$f_\varrho(x) = 0,$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_\varrho(c_\varrho - h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_{\varrho+1}(c_\varrho - h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_\varrho(c_\varrho + h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_{\varrho+1}(c_\varrho + h) \text{ gleichnahmig}$$

seien, und zwar von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r - 1$;

γ) dafs die besondern Werthe des Endgliedes $f_r(x)$ der Reihe $R_0^{(r)}(x)$, von $x = A$ bis $x = B$, keine Zeichen-Änderung erleiden.

Bezeichnen $F_\varrho(x)$ und $\psi_\varrho(x)$ zwei, von $x = A$ bis $x = B$, continuirliche Functionen von x; so ist bekanntlich auch $\psi_\varrho(x) \cdot F_\varrho(x)$ eine, inner-

halb eben dieses Intervalls, continuirliche Function von x, und daher, in so fern k nur zwischen A und B enthalten,

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \psi_\varrho(x) \cdot F_\varrho(x) = \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \psi_\varrho(x) \cdot \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, F_\varrho(x);$$

also

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \psi_\varrho(x) \cdot F_\varrho(x) \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, F_\varrho(x)$$

gleich- oder ungleichnahmig, je nachdem

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \psi_\varrho(x) \text{ positiv, oder negativ ist.}$$

Aus denselben Gründen sind, $F_{\varrho+1}(x)$ und $\psi_{\varrho+1}(x)$ durch analoge Bedingungen als näher bestimmt vorausgesetzt,

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \psi_{\varrho+1}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x) \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, F_{\varrho+1}(x)$$

gleich- oder ungleichnahmig, je nachdem

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \psi_{\varrho+1}(x) \text{ positiv, oder negativ ist.}$$

Sind demnach $\psi_\varrho(x)$ und $\psi_{\varrho+1}(x)$, von $x=A$ bis $x=B$, einander durchgängig gleichnahmig; so werden

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \psi_\varrho(x) \cdot F_\varrho(x) \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \psi_{\varrho+1}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x)$$

gleich- oder ungleichnahmig sein, je nachdem solches mit

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, F_\varrho(x) \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, F_{\varrho+1}(x)$$

der Fall ist. Daher werden, wenn $F_\varrho(x)$ und $F_{\varrho+1}(x)$ beziehungsweise den für $f_\varrho(x)$ und $f_{\varrho+1}(x)$ unter (α) und (β) enthaltenen Bedingungen genügen, und $\psi_\varrho(x)$, $\psi_{\varrho+1}(x)$, von $x=A$ bis $x=B$, continuirlich und einander gleichnahmig sind, auch

$$\psi_\varrho(x) \cdot F_\varrho(x) \text{ und } \psi_{\varrho+1}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x)$$

eben jenen Bedingungen entsprechen.

Da nun endlich die besondern Werthe von $\psi_r(x) \cdot F_r(x)$ keine Zeichen-Änderung erleiden, wenn solches nicht mit denen von $\psi_r(x)$ oder $F_r(x)$ der Fall ist: so erlangt man, durch eine wiederholte Anwendung dieses Ergebnisses,

Lehrsatz 11. Sind, von $x=A$ bis $x=B$, die Functionen

$$1,\ \psi_1(x),\ \psi_2(x),\ \psi_3(x),\ \psi_4(x), \cdots\cdot \psi_r(x)$$

beziehungsweise continuirlich, und ihre besondern Werthe einander gleichnahmig: so wird, wenn die Reihe

$$F_0(x),\ F_1(x),\ F_2(x),\ F_3(x), \dots F_r(x)$$

die Bedingungen (α), (β) und (γ) des 9ten Lehrsatzes erfüllt, auch die Reihe

$$1 \cdot F_0(x),\ \psi_1(x) \cdot F_1(x),\ \psi_2(x) \cdot F_2(x),\ \psi_3(x) \cdot F_3(x), \dots \psi_r(x) \cdot F_r(x)$$

denselben Bedingungen entsprechen.

15. Bekanntlich hat man, in so fern $F(x)$ eine, von $x = A$ bis $x = B$, continuirliche Function von x bezeichnet, und

$$\frac{dF(x)}{dx} = F'(x)$$

gesetzt wird, für jeden, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth $k + \xi$ von x,

$$F(k+\xi) = F(k) + F'(k+q\xi),$$

wo q zwischen 0 und 1 enthalten ist. Nimmt man nun an, daſs, für $x = k$, $F(x) = 0$ sei: so erlangt man

$$F(k+\xi) = \xi F'(k+q\xi).$$

Nimmt man noch ferner an, daſs auch $F'(x)$ continuirlich sei von $x = A$ bis $x = B$; so hat man

$$\overset{\xi=0}{\text{Gr}}\, F(k+\xi) = \overset{\xi=0}{\text{Gr}}\, \xi \cdot \overset{\xi=0}{\text{Gr}}\, F'(k+q\xi):$$

daher

$$\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F(k-h) = -\overset{h=0}{\text{Gr}}\, h \cdot \overset{h=0}{\text{Gr}}\, F'(k-qh),$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F(k+h) = +\overset{h=0}{\text{Gr}}\, h \cdot \overset{h=0}{\text{Gr}}\, F'(k+qh);$$

folglich, da $\overset{h=0}{\text{Gr}}\, h = +$ (Vorauss.) ist,

$\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F(k-h)$ und $\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F'(k-qh)$ ungleichnahmig,

$\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F(k+h)$ und $\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F'(k+qh)$ gleichnahmig.

Da ferner

$\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F'(k-qh)$ und $\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F'(k-h)$ gleichnahmig,

$\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F'(k+qh)$ und $\overset{h=0}{\text{Gr}}\, F'(k+h)$ gleichnahmig

sind: so hat man

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\, F(k-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\, F'(k-h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\, F(k+h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\, F'(k+h) \text{ gleichnahmig.}$$

Da nun, wenn $F'(x)$, von $x = A$ bis $x = B$, continuirlich ist, solches bekanntlich auch mit $F(x)$ der Fall ist: so folgt, dafs, wenn

$$\frac{d\,F_\varrho(x)}{dx} = F'_\varrho(x)$$

continuirlich ist von $x = A$ bis $x = B$, alsdann $F_\varrho(x)$ und $F'_\varrho(x)$ den, für $f_\varrho(x)$ und $f_{\varrho+1}(x)$, unter (α) und (β) enthaltenen Bedingungen entsprechen werden.

Da endlich, wenn $\frac{d^r F_0(x)}{dx^r} = F_0^{(r)}(x)$, von $x = A$ bis $x = B$, continuirlich ist, auch, streng allgemein, $\frac{d^{r-\nu} F_0(x)}{dx^{r-\nu}}$ continuirlich sein wird: so erlangt man, durch eine wiederholte Anwendung des vorigen Ergebnisses

Lehrsatz 12. Bleibt die Function

$$\frac{d^r F_0(x)}{dx^r} = F_0^{(r)}(x)$$

continuirlich von $x = A$ bis $x = B$: so wird die Reihe

$$F_0(x),\; F'_0(x),\; F''_0(x),\; F'''_0(x), \cdots F_0^{(r)}(x)$$

den Bedingungen (α) und (β) des 9ten Lehrsatzes genügen.

16. Bezeichnen $f(x)$ und $\varphi(x)$ zwei, von $x = A$, bis $x = B$, continuirliche Functionen von x, und setzt man

$$f(x) \cdot \varphi(x) = F(x);$$

so hat man

$$F'(x) = \varphi(x) f'(x) + f(x) \cdot \varphi'(x):$$

daher

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, F'(x) = \overset{x=k}{\mathrm{Gr}} \{\varphi(x) f'(x) + f(x) \cdot \varphi'(x)\}.$$

Bezeichnet nun k einen solchen Werth von x, für welchen man hat

$$f(x) = 0,$$

und nimmt man an, dafs $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \varphi'(x)$ nicht unendlich sei; so ist offenbar

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, f(x) \cdot \varphi'(x) = 0;$$

und daher

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\{\phi(x)f'(x)+f(x)\,\phi'(x)\} = \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x)\cdot f'(x) + \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,f(x)\cdot\phi'(x).$$

Zwei Hauptfälle sind nun denkbar: entweder wird v. n. $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x)\cdot f'(x) > 0$, oder $= 0$. Im ersten Falle ist offenbar

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,F'(x) = \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x)\cdot f'(x).$$

Der zweite Hauptfall enthält wiederum zwei Nebenfälle: entweder ist v. n. $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x) > 0$, oder $= 0$. In dem ersten dieser beiden Nebenfälle ist wiederum, weil, wegen $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,f(x) = 0$,

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\frac{f(x)}{f'(x)} = 0$$

ist,

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,F'(x) = \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x)\cdot f'(x).$$

Was den zweiten Nebenfall betrifft, so hat man alsdann

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\,\phi(k-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\,\phi'(k-h) \text{ ungleichnahmig,}$$
$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\,f(k-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\,f'(k-h) \text{ ungleichnahmig:}$$

daher

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\,\phi(k-h)f'(k-h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\,f(k-h)\,\phi'(k-h) \text{ gleichnahmig.}$$

Eben so erhält man

$$\overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\,\phi(k+h)f'(k+h) \text{ und } \overset{h=0}{\mathrm{Gr}}\,f(k+h)\,\phi'(k+h) \text{ gleichnahmig:}$$

und daher, wie leicht zu übersehen,

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,[\phi(x)f'(x)+f(x)\,\phi'(x)] \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x)f'(x) \text{ gleichnahmig.}$$

Demnach hat man, in allen Fällen,

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,F'(x) \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x)f'(x) \text{ gleichnahmig,}$$

und daher

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,F'(x) \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,f'(x)$$

gleich- oder ungleichnahmig, je nachdem $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x)$ positiv, oder negativ ist.

Bezeichnet nun $\psi(x)$ eine andere, von $x = A$ bis $x = B$, continuirliche Function von x; so sind, nach einem frühern Ergebnifs,

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\psi(x)\cdot F'(x) \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,F'(x)$$

gleich- oder ungleichnahmig, je nachdem $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\psi(x)$ positiv oder negativ ist.

Dem vorigen Resultate nach werden also

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\psi(x)\cdot F'(x) \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,f'(x)$$

gleichnahmig sein, sobald nur $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\psi(x)$ und $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\,\phi(x)$ gleichnahmig sind.

Da nun, wenn $f'(x)$, $\phi'(x)$ und $\psi(x)$, von $x=A$ bis $x=B$, continuirlich sind, solches auch mit $f(x)$, $\phi(x)$ und

$$\psi(x)\cdot F'(x)=\psi(x)\{\phi(x)\cdot f'(x)+f(x)\cdot\phi'(x)\}$$

der Fall sein wird: so folgt, dafs, wenn $f'(x)$, $\phi'_\varrho(x)$ und $\psi_{\varrho+1}(x)$ drei, von $x=A$ bis $x=B$, continuirliche Functionen von x bezeichnen, von denen, innerhalb eben dieses Intervalls, $\phi_\varrho(x)$ und $\psi_{\varrho+1}(x)$ gleichnahmig sind, und

$$\phi_\varrho(x)\cdot f(x)=F_\varrho(x),$$
$$f_\varrho(x)=f(x),$$
$$f_{\varrho+1}(x)=\psi_{\varrho+1}(x)\cdot F'_\varrho(x)$$

gesetzt wird, — alsdann die so näher bestimmten Functionen $f_\varrho(x)$ und $f_{\varrho+1}(x)$ den, unter (α) und (β) enthaltenen Bedingungen entsprechen werden. Durch eine wiederholte Anwendung dieses Ergebnisses erlangt man

Lehrsatz 13. Bleiben, von $x=A$ bis $x=B$, continuirlich

der Differenzial-Quotient der r^{ten} Ordnung von $f_0(x)$;

« « « der $(r-\varrho)^{\text{ten}}$ Ordnung von $\phi_\varrho(x)$, von $\varrho=0$, bis $\varrho=(r-1)$;

« « « der $(r-\varrho-1)^{\text{ten}}$ Ordnung von $\psi_{\varrho+1}(x)$, von $\varrho=0$ bis $\varrho=(r-1)$;

sind ferner $\phi_\varrho(x)$ und $\psi_{\varrho+1}(x)$, von $x=A$ bis $x=B$, für einerlei Werth von ϱ, gleichnahmig: so wird diejenige Reihe von Functionen, deren Anfangsglied $f_0(x)$ ist, und deren folgende Glieder, von $\varrho=0$ bis $\varrho=r-1$, durch die Gleichung

$$f_{\varrho+1}(x)=\psi_{\varrho+1}(x)\,\frac{d\cdot\phi_\varrho(x)f_\varrho(x)}{dx}$$

bestimmt werden, den, unter (α) und (β) enthaltenen, Bedingungen des 9ten Lehrsatzes genügen.

Zusatz 1. Lassen sich demnach, $f_0(x)$ als gegeben vorausgesetzt, die Hülfs-Functionen $\phi_\varrho(x)$ und $\psi_{\varrho+1}(x)$ so wählen, dafs $f_{\varrho+1}(x)$, nach der vorigen Gleichung aus $f_\varrho(x)$ bestimmt, für irgend einen angebbaren Werth r von $\varrho+1$, von der Beschaffenheit ausfalle, dafs ihre besonderen Werthe, von $x=A$ bis $x=B$, keine Zeichen-Änderung erleiden; so wird die so entstehende Reihe von Functionen auch die Bedingung (γ) des 9ten Lehrsatzes erfüllen.

Zusatz 2. Nimmt man den allereinfachsten Fall an, nahmentlich

$$\phi_\varrho(x)=1, \quad \psi_{\varrho+1}(x)=1,$$

wodurch offenbar den betreffenden Bedingungen des vorigen Lehrsatzes entsprochen wird: so entsteht die folgende Reihe von Functionen:

$$f_0(x),\ \frac{d f_0(x)}{dx},\ \frac{d^2 f_0(x)}{dx^2},\ \frac{d^3 f_0(x)}{dx^3},\ \ldots\ \frac{d^\varrho f_0(x)}{dx^\varrho},\ \ldots\ \frac{d^r f_0(x)}{dx^r},$$

welche also die Bedingungen (α) und (β) des 9ten Lehrsatzes erfüllt, in so fern $f_0(x)$ den Bedingungen des 13ten Lehrsatzes entspricht: ein Resultat, welches mit dem 12ten Lehrsatze vollkommen übereinstimmend ist.

Ist nun $f_0(x)$ eine ganze Function vom Grade n; so ist bekanntlich

$$\frac{d^n f_0(x)}{dx^n}=1\cdot2\cdot3\cdot4\cdots n\cdot C,$$

(wo C irgend eine angebbare Constante bezeichnet) und daher eine, von $x=-\infty$ bis $x=+\infty$ durchgängig, entweder positive oder negative Gröfse. In diesem besondern Fall von $f_0(x)$ wird also den Bedingungen (α), (β) und (γ) des 9ten Lehrsatzes entsprochen werden durch die Reihe

$$f_0(x),\ \frac{d f_0(x)}{dx},\ \frac{d^2 f_0(x)}{dx^2},\ \frac{d^3 f_0(x)}{dx^3},\ \ldots\ \frac{d^n f_0(x)}{dx^n},$$

und zwar von $x=-\infty$ bis $x=+\infty$.

17. Durch Umkehrung des vorigen Lehrsatzes gelangt man, mit Leichtigkeit, zu einer Methode, eine Reihe von $(r+1)$ Functionen zu erzeugen, die den Bedingungen des 9ten Lehrsatzes vollständig entspreche.

Sind nahmentlich $F(x)$, $\psi(x)$ und $\phi(x)$ drei, von $x=A$ bis $x=B$, continuirliche Functionen von x, so wird solches auch mit

$$\phi(x)\int_a^x \psi(x)\cdot F(x)\,dx$$

der Fall sein. Setzt man nun

$$F_1(x) = \int_a^x \psi(x) \cdot F(x)\, dx;$$

so ist

$$F_1'(x) = \psi(x) \cdot F(x):$$

also $F_1'(x)$ und $F(x)$ gleich- oder ungleichnahmig, je nachdem $\psi(x)$ positiv, oder negativ ist.

Ferner ist

$$\frac{d \cdot \phi(x) \cdot F_1(x)}{dx} = \phi'(x)\, F_1(x) + \phi(x) \cdot F_1'(x);$$

folglich, in so fern k einen Werth von x bezeichnet, für welchen

$$F_1(x) = 0,$$

und $\phi'(x)$ continuirlich ist,

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \frac{d \cdot \phi(x) \cdot F_1(x)}{dx} = \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \phi(x) \cdot F_1'(x):$$

daher

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \frac{d \cdot \phi(x) \cdot F_1(x)}{dx} \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, F_1'(x)$$

gleich- oder ungleichnahmig, je nachdem $\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \phi(x)$ positiv, oder negativ ist.

Aus der Verbindung dieses Ergebnisses mit dem vorigen folgt, dafs

$$\overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, \frac{d \cdot \phi(x) \cdot F_1(x)}{dx} \text{ und } \overset{x=k}{\mathrm{Gr}}\, F(x) \text{ gleichnahmig}$$

sein werden, in so fern $\psi(x)$ und $\phi(x)$ gleichnahmig sind.

Nimmt man nun noch endlich an, dafs $\phi(x)$ nicht Null werde von $x = A$ bis $x = B$; so wird $\phi(x) \cdot F_1(x)$ nur in so fern Null werden können, als $F_1(x)$ Null wird. Daher werden, wenn $F(x)$, $\psi(x)$, $\phi(x)$ drei, von $x = A$ bis $x = B$, continuirliche Functionen von x bezeichnen, von denen $\psi(x)$ und $\phi(x)$ einander gleichnahmig sind, $\phi(x)$ nicht Null wird, und $\phi'(x)$ ebenfalls continuirlich bleibt; ferner

$$f_{\varrho+1}(x) = F(x) \text{ und } f_\varrho(x) = \phi(x) \int_a^x \psi(x) \cdot F(x)\, dx$$

gesetzt wird, — $f_\varrho(x)$ und $f_{\varrho+1}(x)$ die unter (α) und (β) enthaltenen Bedingungen erfüllen, und zwar unabhängig von der reellen Constanten a.

Durch eine wiederholte Anwendung dieses Ergebnisses erlangt man

Lehrsatz 14. Bleibt $F(x)$, von $x = A$, bis $x = B$, continuirlich, und durchgängig, entweder positiv, oder negativ, — und setzt man

$$\begin{aligned}
f_r(x) &= F(x) \\
f_{r-1}(x) &= \phi_{r-1}(x) \int_{a_{r-1}}^{x} \psi_r(x) \cdot f_r(x)\, dx, \\
f_{r-2}(x) &= \phi_{r-2}(x) \int_{a_{r-2}}^{x} \psi_{r-1}(x) f_{r-1}(x)\, dx, \\
f_{r-3}(x) &= \phi_{r-3}(x) \int_{a_{r-3}}^{x} \psi_{r-2}(x) f_{r-2}(x)\, dx, \\
f_{r-4}(x) &= \phi_{r-4}(x) \int_{a_{r-4}}^{x} \psi_{r-3}(x) f_{r-3}(x)\, dx, \\
&\vdots \\
f_{\varrho-1}(x) &= \phi_{\varrho-1}(x) \int_{a_{\varrho-1}}^{x} \psi_\varrho(x) f_\varrho(x)\, dx, \\
&\vdots \\
f_1(x) &= \phi_1(x) \int_{a_1}^{x} \psi_2(x) f_2(x)\, dx, \\
f_0(x) &= \phi_0(x) \int_{a_0}^{x} \psi_1(x) f_1(x)\, dx:
\end{aligned}$$

so wird, — in so fern nur, von $x = A$, bis $x = B$, die Hülfs-Functionen $\phi_\varrho(x)$ und $\psi_{\varrho+1}(x)$, von $\varrho = 0$, bis $\varrho = r-1$, continuirlich und, für einerlei Werth von ϱ, unter einander gleichnahmig sind, $\phi_\varrho(x)$ nicht Null wird und $\frac{d\phi_\varrho(x)}{dx} = \phi'_\varrho(x)$ ebenfalls continuirlich bleibt, — die Reihe von Functionen

$$f_0(x),\ f_1(x),\ f_2(x),\ f_3(x),\ \cdots\cdot f_r(x)$$

die Bedingungen (α), (β), (γ) des 9ten Lehrsatzes erfüllen, und zwar unabhängig von den, als vollständig bestimmt gedachten, Constanten

$$a_0,\ a_1,\ a_2,\ a_3,\ \cdots\cdot a_{r-1}.$$

Zusatz 1. Setzt man, um einen einfachen Fall zu gewinnen,

$$F(x) = C,\quad \psi_{\varrho+1}(x) = x^{\alpha_{\varrho+1}},\quad \phi_\varrho(x) = x^{\beta_\varrho},$$

wo C eine beliebige angebbare reelle Constante, $\alpha_{\varrho+1}$ und β_ϱ, von $\varrho = 0$, bis $\varrho = r-1$, beziehungsweise ganze, für einerlei Werth von ϱ, zugleich gerade oder

ungerade Zahlen bezeichnen; so werden die Bedingungen des vorigen Lehrsatzes erfüllt von $x = -\infty$, bis $x = 0$ excl., und von $x = 0$ excl., bis $x = +\infty$, und die Function $f_0(x)$ wird alsdann eine ganze Function.

Zusatz 2. Setzt man

$$F(x) = C, \quad \psi_{\varrho+1}(x) = x^{\alpha_{\varrho+1}}, \quad \phi_\varrho(x) = x^{\beta_\varrho},$$

wo C eine beliebige reelle Constante, $\alpha_{\varrho+1}$ und β_ϱ Brüche von ungeraden Nennern, welche, für einerlei Werth von ϱ, zugleich gerade, oder ungerade Zähler haben, bezeichnen; so werden die Bedingungen des vorigen Lehrsatzes, ebenfalls von $x = -\infty$, bis $x = 0$ excl., und von $x = 0$ excl., bis $x = +\infty$, erfüllt, und die Function $f_0(x)$ wird alsdann eine rationale Function.

Zusatz 3. Setzt man

$$F(x) = C, \quad \psi_{\varrho+1}(x) = a^{\alpha_{\varrho+1} x}, \quad \phi_\varrho(x) = a^{\beta_\varrho x},$$

wo C, $\alpha_{\varrho+1}$, β_ϱ beziehungsweise irgend welche reelle, und a irgend eine positive, Constante bezeichnet; so werden die Bedingungen des vorigen Lehrsatzes erfüllt von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, und die Function $f_0(x)$ wird alsdann von der Form

$$A_0 a^{\gamma_0 x} + A_1 a^{\gamma_1 x} + A_2 a^{\gamma_2 x} + A_3 a^{\gamma_3 x} + \cdots + A_r a^{\gamma_r x}.$$

18. Schreiten wir jetzt zu einer nähern Betrachtung der Voraussetzungen des 10ten Lehrsatzes, welche in den folgenden bestehen:

α) dafs die verschiedenen Glieder der Reihe $R_0^{(r)}(x)$, von $x = A$, bis $x = B$, insgesammt continuirlich seien;

β) dafs für jeden reellen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth $c_{\varrho+1}$ von x, für welchen man hat

$$f_{\varrho+1}(x) = 0,$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_\varrho(c_{\varrho+1} - h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_{\varrho+2}(c_{\varrho+1} - h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_\varrho(c_{\varrho+1} + h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_{\varrho+2}(c_{\varrho+1} + h) \text{ ungleichnahmig;}$$

wie auch, in so fern c irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x darstellt, für welchen man hat

$$f_0(x) = 0,$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c-h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c-h) \text{ ungleichnahmig,}$$

$$\overset{h=0}{\text{Gr}} f_0(c+h) \text{ und } \overset{h=0}{\text{Gr}} f_1(c+h) \text{ gleichnahmig}$$

seien;

γ) dafs die besondern Werthe der Endglieder $f_r(x)$ der Reihe $R_0^{(r)}(x)$, von $x=A$ bis $x=B$, keine Zeichen-Änderung erleiden.

Da, wie bereits vorhin dargethan worden, wenn $\psi_\varrho(x)$ und $\psi_{\varrho+1}(x)$, von $x=A$ bis $x=B$, continuirlich und einander gleichnahmig sind,

$$\overset{x=k}{\text{Gr}}\, \psi_\varrho(x)\,\chi_\varrho(x) \text{ und } \overset{x=k}{\text{Gr}}\, \psi_{\varrho+1}(x)\,\chi_{\varrho+1}(x)$$

gleich- oder ungleichnahmig sind, je nachdem solches mit

$$\overset{x=k}{\text{Gr}}\, \chi_\varrho(x) \text{ und } \overset{x=k}{\text{Gr}}\, \chi_{\varrho+1}(x)$$

der Fall ist; da ferner, wenn $\chi_\varrho(x)$ keine Zeichen-Änderung erleidet, solches auch mit $\psi_\varrho(x) \cdot \chi_\varrho(x)$ nicht der Fall sein wird, in so fern nicht $\psi_\varrho(x)$ eine Zeichen-Änderung erfährt: so hat man

Lehrsatz 15. Bleiben, von $x=A$ bis $x=B$, die Functionen

$$\psi_0(x),\ \psi_1(x),\ \psi_2(x),\ \psi_3(x),\ \dots\ \psi_r(x)$$

continuirlich, unter einander gleichnahmig und durchgängig entweder positiv oder negativ; so wird, wenn die Reihe

$$F_0(x),\ F_1(x),\ F_2(x),\ F_3(x),\ \dots\ F_r(x)$$

die Bedingungen des 10ten Lehrsatzes erfüllt, auch die Reihe

$$\psi_0(x)\cdot F_0(x),\ \psi_1(x)\cdot F_1(x),\ \psi_2(x)\cdot F_2(x),\ \psi_3(x)\cdot F_3(x),\ \dots\ \psi_r(x)\cdot F_r(x)$$

denselben Bedingungen entsprechen.

19. **Lehrsatz 16.** Bleiben, von $x=A$ bis $x=B$, die Functionen

$$\frac{dF_0(x)}{dx},\ \frac{d\phi(x)}{dx},\ \xi(x);$$

$$F_\varrho(x),\ \ F_{\varrho+1}(x),\ \ F_{\varrho+2}(x)$$

insgesammt continuirlich, und $\phi(x)$ und $\xi(x)$ einander gleichnahmig; bezeichnen

$$\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(x),\ \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x),\ \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$$

drei andere Functionen von x, der Gleichung

$$\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\,F_{\varrho}(x)+\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\,F_{\varrho+1}(x)+\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)\,F_{\varrho+2}(x)=0$$

genügend, und überdies so beschaffen, daſs, wenn $c_{\varrho+1}$ irgend einen, zwischen A und B enthaltenen, besondern Werth von x bezeichnet, für welchen man hat

$$F_{\varrho+1}(x)=0,$$

alsdann

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\text{Gr}}\;\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)=0,$$

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\text{Gr}}\;\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho}(x)\text{ einförmig und angebbar,}$$

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\text{Gr}}\;\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\quad\text{und}\quad\overset{x=c_{\varrho+1}}{\text{Gr}}\;\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)\text{ gleichnahmig}$$

seien (die sämmtlichen Grenzen mittelst einer zu- oder abnehmenden Reihe als bestimmt gedacht); und setzt man

$$F_1(x)=\xi(x)\cdot\frac{d\cdot\phi(x)\cdot F_0(x)}{dx}$$

und, von $\varrho=0$ bis $\varrho=r-2$,

$$\psi_{(\varrho+2)}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+2}(x)=-\left[\psi_{\varrho}^{\varrho+2}(x)\,F_{\varrho}(x)+\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\,F_{\varrho+1}(x)\right]:$$

so wird die so näher bestimmte Reihe

$$F_0(x),\ F_1(x),\ F_2(x),\ F_3(x),\ \cdots\ F_r(x)$$

den Bedingungen (α) und (β) des 10ten Lehrsatzes entsprechen.

Beweis. Zunächst ist es, nach No. 16., einleuchtend, daſs, da, vermöge der Voraussetzungen,

$$\frac{dF_0(x)}{dx},\ \frac{d\phi(x)}{dx},\ \xi(x),$$

von $x=A$ bis $x=B$ continuirlich, und $\phi(x)$ und $\xi(x)$ einander gleichnahmig sind, — wie auch

$$F_1(x)=\xi(x)\cdot\frac{d\cdot\phi(x)\,F_0(x)}{dx}$$

ist, $F_0(x)$ und $F_1(x)$ den in Rede stehenden Bedingungen genügen werden.

Da ferner, den Voraussetzungen gemäſs,

$$F_{\varrho}(x),\ \ F_{\varrho+1}(x),\ \ F_{\varrho+2}(x)$$

continuirlich sind von $x=A$ bis $x=B$; so entsprechen sie der Bedingung (α).

Weiter: da, ebenfalls den Voraussetzungen zufolge,

$$\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+1}(x) + \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+2}(x) = 0$$

ist: so hat man bekanntlich

$$\text{(I)} \cdots \overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} [\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+1}(x) + \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+2}(x)] = 0.$$

Da nun

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho}(x) \text{ einförmig und angebbar}$$

ist (Vorauss.): so ist bekanntlich

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} [\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+1}(x) + \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+2}(x)]$$
$$= \overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho}(x) + \overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} [\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+1}(x) + \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+2}(x)].$$

Verbindet man diese Gleichung mit (I), so kommt

$$\text{(II)} \quad \overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho}(x) + \overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} [\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+1}(x) + \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+2}(x)] = 0,$$

daher

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} [\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x) + \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+2}(x) \text{ einförmig und angebbar.}$$

Da ferner, der Voraussetzung gemäfs,

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x) = 0$$

ist: so ist offenbar

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+2}(x) \text{ einförmig und angebbar:}$$

folglich

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} [\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x) + \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+2}(x)] = \overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)\, F_{\varrho+2}(x).$$

Verbindet man diese Gleichung mit (II), so kommt

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho}(x) = -\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+2}(x).$$

Da nun

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) \quad \text{und} \quad \overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x) \text{ gleichnahmig}$$

sind (Vorauss.); so werden

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} F_\varrho(x) \quad \text{und} \quad \overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} F_{\varrho+2}(x) \text{ ungleichnahmig}$$

sein, es sei, dafs die gegen $c_{\varrho+1}$ convergirende unendliche Reihe zu- oder abnehmend fortschreite. Demnach werden die Functionen $F_\varrho(x)$, $F_{\varrho+1}(x)$, $F_{\varrho+2}(x)$ neben der Bedingung (α) auch die Bedingung (β) erfüllen.

In Verbindung mit dem Anfangs Erwiesenen folgt hieraus, dafs die, durch den Lehrsatz näher bestimmte Reihe

$$F_0(x),\ F_1(x),\ F_2(x),\ F_3(x), \cdots\cdot F_r(x)$$

den Bedingungen (α) und (β) des 10ten Lehrsatzes genügen wird.

Zusatz 1. Da die Bedingungen für $\phi(x)$ und $\xi(x)$ darin bestehen, dafs, von $x=A$ bis $x=B$, $\phi(x)$ und $\xi(x)$ einander gleichnahmig, wie auch $\frac{d\,\phi(x)}{dx}$ und $\xi(x)$ continuirlich seien; so werden dieselben, unter andern, erfüllt, wenn man setzt

$$\phi(x)=C, \quad \xi(x)=D,$$

wo C und D irgend welche reelle, einander gleichnahmige Constanten bezeichnen, und man hat alsdann

$$F_0(x)=F_0(x), \quad F_1(x)=E\,\frac{d\,F_0(x)}{dx},$$

wo E eine beliebige positive Constante repräsentirt.

Zusatz 2. Da die Bedingung für $\psi^{(\varrho+2)}_{\varrho+1}(x)$ darin besteht, dafs, wenn $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1})=0$ ist, alsdann

$$\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi^{(\varrho+2)}_{\varrho+1}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)=0$$

sei; so wird dieselbe, unter andern, erfüllt, wenn $\psi^{(\varrho+2)}_{\varrho+1}(x)$, von $x=A$ bis $x=B$, continuirlich ist.

Zusatz 3. Da die Bedingungen für

$$\psi^{(\varrho+2)}_{\varrho}(x), \quad \psi^{(\varrho+2)}_{\varrho+2}(x), \quad F_\varrho(x)$$

darin bestehen, dafs, von $x=A$ bis $x=B$, $F_\varrho(x)$ continuirlich, und, in so fern $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1})=0$ ist, $\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi^{(\varrho+2)}_{\varrho}(x)\cdot F_\varrho(x)$ einförmig und angebbar, wie auch $\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi^{(\varrho+2)}_{\varrho}(x)$ und $\overset{x=c_{\varrho+1}}{\mathrm{Gr}} \psi^{(\varrho+2)}_{\varrho+2}(x)$ einander gleichnahmig seien:

so werden diese, unter andern, erfüllt, wenn, von $x = A$ bis $x = B$, jene Functionen beziehungsweise continuirlich, $\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)$ und $\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$ einander gleichnahmig, wie auch v. n. $\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(c_{\varrho+1})$ und v. n. $F_{\varrho}(c_{\varrho+1})$ beziehungsweise gröfser, als Null sind ($F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1}) = 0$ vorausgesetzt).

Zusatz 4. Da die Bedingungen für $F_{\varrho+1}(x)$ und $F_{\varrho+2}(x)$ darin bestehen, dafs diese Functionen, von $x = A$ bis $x = B$, continuirlich seien, und dafs

$$\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+2}(x) = -[\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x)]$$

sei; so wird, unter den vorhin, in Bezug auf

$$F_{\varrho}(x),\ \psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x),\ \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x),\ \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x),$$

bezeichneten Voraussetzungen, diesen Bedingungen entsprochen, wenn, von $x = A$ bis $x = B$, aufser der Function $F_{\varrho+1}(x)$, auch die Function

$$\frac{\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)}$$

continuirlich ist: unter dem besondern Werthe dieses Quotienten in dem Falle, wo der Divisor Null wird, den entsprechenden Grenzwerth verstanden.

Zusatz 5. Daher werden die Bedingungen für

$$\begin{array}{lll} F_{\varrho}(x), & F_{\varrho+1}(x), & F_{\varrho+2}(x), \\ \psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x), & \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x), & \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x), \end{array}$$

unter andern, erfüllt, wenn, von $x = A$ bis $x = B$,

$$\begin{array}{lll} F_{\varrho}(x), & F_{\varrho+1}(x), & F_{\varrho+2}(x), \\ \psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x), & \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x), & \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x) \end{array}$$

continuirlich, $\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)$, $\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$ einander gleichnahmig, und, in so fern $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1}) = 0$ ist, v. n. $F_{\varrho}(c_{\varrho+1})$ und v. n. $\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(c_{\varrho+1})$ beziehungsweise angebbar sind, — endlich, wenn

$$\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\ \frac{\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)}$$

möglich und bestimmt, und

$$F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\ \frac{\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)}$$

ist.

20. Lehrsatz 17. Bleiben, von $x = A$ bis $x = B$, und von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r - 2$, die Functionen

$$F_0(x), \qquad \frac{dF_0(x)}{dx},$$

$$\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(x), \;\; \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x), \;\; \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$$

continuirlich; ist

$$F_1(x) = E\,\frac{dF_0(x)}{dx},$$

wo E eine beliebige positive Constante bezeichnet,

$$F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\;\frac{\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)},$$

von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r - 2$, und

$$\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\;\frac{\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)}$$

möglich und bestimmt; ist ferner, wenn $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1}) = 0$ ist, v. n. $\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(c_{\varrho+1}) > 0$, und, wenn $F_1(c_1) = 0$ ist, v. n. $F_0(c_1) > 0$; sind endlich die Functionen $\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(x)$ und $\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$ einander gleichnahmig: so wird die so näher bestimmte Reihe

$$F_0(x),\; F_1(x),\; F_2(x), \cdots F_{r-1}(x),\; F_r(x)$$

die Bedingungen (α) und (β) des 10ten Lehrsatzes erfüllen.

Beweis. Da, den Voraussetzungen zufolge, von $x = A$ bis $x = B$, und von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r - 2$,

$$\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(x), \;\; \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x), \;\; \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$$

continuirlich und $\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(x)$ und $\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$ einander gleichnahmig sind, wie auch, wenn $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1}) = 0$ ist, v. n. $\psi_\varrho^{(\varrho+2)}(x) > 0$ ist: so folgt, nach dem 5ten Zusatze des 16ten Lehrs., dafs alle, für eben diese Functionen stattfindenden, Bedingungen erfüllt werden.

Da ferner, ebenfalls den Voraussetzungen nach, $F_0(x)$ und $\frac{dF_0(x)}{dx}$ continuirlich bleiben, $F_1(x) = E\frac{dF_0(x)}{dx}$ ist, wo E eine beliebige positive Constante bezeichnet, und wenn $F_1(c_1) = 0$ ist, v. n. $F_0(c_1) > 0$ ist: so folgt, dafs auch $F_0(x)$ und $F_1(x)$ die sie betreffenden Bedingungen erfüllen (Lehrs. 16., Zus. 1. und 5.).

Da endlich die verschiedenen Glieder der Reihe

$$F_2(x),\ F_3(x),\ F_4(x),\ \cdots\ F_r(x),$$

streng allgemein, näher bestimmt werden durch die Gleichung

$$F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=r}{\mathrm{Gr}}\ \frac{\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)},$$

und da

$$\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\ \frac{\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)}$$

möglich und bestimmt ist (Vorauss.): so werden auch diese, dem 5[ten] Zusatz des 16[ten] Lehrsatzes zufolge, die sie betreffenden Bedingungen erfüllen, wofern nur, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-2$, $F_{\varrho+2}(x)$ continuirlich bleibt, und v. n. $F_{\varrho}(c_{\varrho+1}) > 0$ ist, wenn man hat $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1}) = 0$. Dafs nun dies der Fall ist, läfst sich folgendermafsen zeigen.

Da, den Voraussetzungen nach, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-2$,

$$F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\ \frac{\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)},$$

und

$$\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\ \frac{\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)}$$

möglich und bestimmt ist; da ferner die Functionen

$$\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x),\quad \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x),\quad \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$$

continuirlich sind: so wird bekanntlich auch $F_{\varrho+2}(x)$ continuirlich sein, in so fern $F_{\varrho}(x)$ und $F_{\varrho+1}(x)$ continuirlich sind. Nun sind $F_0(x)$ und $F_1(x)$ continuirlich (Vorauss. und Erwies.): mithin ist auch $F_2(x)$ continuirlich. Da also $F_1(x)$ und $F_2(x)$ continuirlich sind (Erwies.); so ist auch $F_3(x)$ continuirlich, u. s. w.

Ferner, da, wenn $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1}) = 0$ ist, v. n. $\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(c_{\varrho+1}) > 0$ ist (Vorauss.); so wird v. n. $F_{\varrho+2}(c_{\varrho+1}) > 0$ sein, wenn $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1}) = 0$ ist, wofern nur zugleich v. n. $F_{\varrho}(c_{\varrho+1}) > 0$ ist. Nun ist, wenn $F_1(c_1) = 0$ ist, v. n. $F_0(c_1) > 0$ (Vorauss.): daher v. n. $F_2(c_1) > 0$, wenn $F_1(c_1) = 0$: mithin ist v. n. $F_1(c_2) > 0$, wenn $F_2(c_2) = 0$ ist. Aus ähnlichen Gründen erlangt man

v. n. $F_2(c_3) > 0$, wenn $F_3(c_3) = 0$,
v. n. $F_3(c_4) > 0$, wenn $F_4(c_4) = 0$, u. s. w.

Zusatz 1. Da die Bedingung für die Constante E darin besteht, dafs diese eine positive Gröfse sei; so wird dieselbe, unter andern, erfüllt, wenn man $E = 1$ setzt, wodurch entsteht

$$F_1(x) = \frac{d\,F_0(x)}{d\,x}.$$

Zusatz 2. Da die Bedingung für $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ darin besteht, dafs diese Function continuirlich sei; so wird derselben, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, durch jede ganze Function entsprochen.

Zusatz 3. Da die Bedingungen für $\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)$ und $\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)$ darin bestehen, dafs diese continuirlich und einander gleichnahmig seien, dafs

$$\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\;\frac{\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{\psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x)}$$

möglich und bestimmt, und dafs v. n. $\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(c_{\varrho+1}) > 0$ sei, wenn $F_{\varrho+1}(c_{\varrho+1}) = 0$ ist: so wird denselben, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, entsprochen, indem man setzt

$$\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x) = C_{\varrho}^{(\varrho+2)}, \quad \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x) = C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}},$$

wo $C_{\varrho}^{(\varrho+2)}$ und $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$ irgend welche zwei einander gleichnahmige, und $m_{\varrho+2}$ irgend eine positive ganze Constante, der Null einschliefslich, und dahin näher bestimmt gedacht, dafs

$$\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\;\frac{C_{\varrho}^{(\varrho+2)}\,F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}}}$$

möglich und bestimmt sei, bezeichnen.

Verbindet man diese Zusätze mit dem unmittelbar vorhergehenden Lehrsatze selbst, so erlangt man

Lehrsatz 18. Bleiben, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, die Functionen

$$F_0(x), \quad \frac{d\,F_0(x)}{d\,x} = F_0'(x)$$

continuirlich, und ist v. n. $F_0(c_1) > 0$, wenn $F_0'(c_1) = 0$ ist; bezeichnen, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-2$, $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ eine beliebige ganze Function von x, $C_{\varrho}^{(\varrho+2)}$ und $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$ zwei beliebige, einander gleichnahmige, von x unabhängige, Functionen von ϱ, E eine beliebige positive Constante, $m_{\varrho+2}$ eine, von x unabhängige, nur positive und ganze Werthe, der Null einschliefslich, gestattende, Function von ϱ; setzt man

$$F_1(x) = E\,\frac{dF_0(x)}{dx},$$

und, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-2$,

$$F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\,\frac{C_\varrho^{(\varrho+2)}F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}}},$$

und denkt man sich $m_{\varrho+2}$ dahin näher bestimmt, dafs, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$,

$$\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\,\frac{C_\varrho^{(\varrho+2)}F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}}}$$

möglich und bestimmt sei: so wird die so näher bestimmte Reihe

$$F_0(x),\ F_1(x),\ F_2(x),\ F_3(x), \cdots\cdots F_r(x)$$

den Bedingungen (α) und (β) des 10ten Lehrsatzes entsprechen, und zwar von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$.

Bekanntlich werden $F_0(x)$ und $\frac{dF_0(x)}{dx}$, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, continuirlich sein, wenn $F_0(x)$ eine ganze Function von x bildet. Verbindet man diese Bemerkung mit dem vorigen Lehrsatze, so entsteht

Lehrsatz 19. Bezeichnet $F_0(x)$, wie auch $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-2$, eine ganze Function von x, und ist, wenn $F_0'(c_1) = 0$ ist, v. n. $F_0(c_1) > 0$; bezeichnen $C_\varrho^{(\varrho+2)}$ und $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$ zwei beliebige, einander gleichnahmige und von x unabhängige, Functionen von ϱ, E eine beliebige positive Constante, und $m_{\varrho+2}$ eine, von x unabhängige, nur positiver und ganzer Werthe, der Null einschliefslich, fähige, Function von ϱ; setzt man

$$F_1(x) = E\,\frac{dF_0(x)}{dx},$$

und, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-2$,

$$F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\,\frac{C_\varrho^{(\varrho+2)}F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}}},$$

und denkt man sich $m_{\varrho+2}$ dahin näher bestimmt, dafs, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$,

$$\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\,\frac{C_\varrho^{(\varrho+2)}F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}}}$$

möglich und bestimmt sei: so wird die so bestimmte Reihe von Functionen

$$F_0(x),\ F_1(x),\ F_2(x),\ F_3(x), \cdots\cdots F_r(x)$$

den Bedingungen (α) und (β) des 10ten Lehrsatzes, und zwar von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, entsprechen.

Zusatz. Es ist leicht zu übersehen, dafs die Bedingungen für E, $C_{\varrho}^{(\varrho+2)}$ und $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$, unter andern, erfüllt werden, wenn man setzt

$$E = 1, \quad C_{\varrho}^{(\varrho+2)} = 1, \quad C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)} = 1.$$

21. Aus der Verbindung des 10ten Lehrsatzes mit einem jeden der vier unmittelbar vorhergehenden folgt, dafs, — die Function $F_0(x)$ als gegeben und die sie betreffende Bedingung als erfüllend vorausgesetzt — in allen denjenigen Fällen, wo sich die Hülfs-Functionen

$$\psi_{\varrho}^{(\varrho+2)}(x), \quad \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x), \quad \psi_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}(x),$$

von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-2$, nebst $\phi(x)$ und $\xi(x)$, oder die für dieselben gemachten nähern Bestimmungen, so wählen lassen, dafs sie nicht blofs den sie betreffenden Bedingungen genügen, sondern auch zugleich zu einem Gliede $F_r(x)$ führen, deren besondere Werthe, von $x = A$ bis $x = B$, keine Zeichen-Änderung erleiden, stets eine Reihe

$$F_0(x), \; F_1(x), \; F_2(x), \; F_3(x), \cdots F_r(x)$$

gewonnen werden kann, die den Bedingungen (α), (β), (γ) des 10ten Lehrsatzes entspreche.

Für den besondern Fall des 19ten Lehrsatzes nun, wo $F_0(x)$ und $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ ganze Functionen von x darstellen, ist dies mit keiner Schwierigkeit verbunden; indem alsdann nahmentlich $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ und $m_{\varrho+2}$ sich stets so wählen lassen, dafs, streng allgemein, $F_{\varrho+2}(x)$ ebenfalls eine ganze Function, und von einem niedrigern Grade, als $F_{\varrho+1}(x)$, werde, wodurch endlich offenbar ein Glied $F_r(x)$ vom Grade Null entstehen mufs, dessen algebraisches Zeichen daher, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, unveränderlich, und dessen Index r die, den Grad von $F_0(x)$ bestimmende, Zahl nicht übersteigen wird.

Die beiden folgenden Aufgaben dienen zur Vermittelung dieser Bestimmung.

Aufgabe 1. Es bezeichnen $F_{\varrho}(x)$, $F_{\varrho+1}(x)$ und $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ beziehungsweise ganze Functionen von x, von denen die beiden ersten gegeben, die dritte dagegen beliebig, wie auch die zweite von einem niedrigern Grade, als die erste ist; ferner ist

$$(1) \cdots\cdots F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}} \frac{C_\varrho^{(\varrho+2)} F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)} x^{2m_{\varrho+2}}},$$

wo $C_\varrho^{(\varrho+2)}$, $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$ und $m_{\varrho+2}$ beziehungsweise in der, in dem 19[ten] Lehrsatze bezeichneten, Bedeutung zu nehmen sind: man wünscht die Formen $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ und $m_{\varrho+2}$ dahin näher zu bestimmen, dafs die, durch die Gleichung (1) gegebene Function $F_{\varrho+2}(x)$ ebenfalls ganz und von einem niedrigern Grade, als $F_{\varrho+1}(x)$, werde.

Auflösung. Man entwickele den Quotienten $\frac{C_\varrho^{(\varrho+2)} F_\varrho(x)}{F_{\varrho+1}(x)}$ nach fallenden Potenzen von x, und zwar bis zum Grade Null einschliefslich, und bezeichne diese entwickelte Form mit $\Delta_{\varrho+2}$. Darauf setze man

$$(2) \cdots\cdots\cdots\cdots \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) = -\Delta_{\varrho+2},$$

$$(3) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots m_{\varrho+2} = 0.$$

Dies vorausgesetzt, wird die, durch die Gleichungen (1), (2) und (3) bestimmte Function $F_{\varrho+2}(x)$ den Forderungen der Aufgabe entsprechen.

Beweis. Zunächst ist es klar, dafs, in Folge der Gleichungen (1), (2), (3), sein wird

$$(4) \cdots\cdots F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}} \frac{C_\varrho^{(\varrho+2)} F_\varrho(x) - \Delta_{\varrho+2} F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}}.$$

Ferner ist es einleuchtend, dafs, da $F_\varrho(x)$ und $F_{\varrho+1}(x)$ ganze Functionen sind, und diese von einem niedrigern Grade, als jene, ist (Vorauss.), die Function $\Delta_{\varrho+2}$ stets ganz, und

$$(5) \cdots\cdots C_\varrho^{(\varrho+2)} F_\varrho(x) - \Delta_{\varrho+2} F_{\varrho+1}(x) = R_{\varrho+2},$$

folglich

$$F_{\varrho+2}(x) = -\frac{R_{\varrho+2}}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}},$$

wo $\frac{R_{\varrho+2}}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}}$ eine ganze Function von x, von einem niedrigern Grade, als $F_{\varrho+1}(x)$ sein wird.

Aufgabe 2. Es bezeichnen $F_\varrho(x)$, $F_{\varrho+1}(x)$, $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ beziehungsweise ganze Functionen von x, von denen die beiden ersten gegeben, die dritte dagegen beliebig, wie auch die zweite von einem niedrigern Grade, als die erste, und $\overset{x=0}{\mathrm{Gr}} \frac{F_\varrho(x)}{F_{\varrho+1}(x)}$ nicht ∞ ist; ferner ist

$$(1) \cdots\cdots F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}} \frac{C_{\varrho}^{(\varrho+2)} F_{\varrho}(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) \cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)} x^{2m_{\varrho+2}}},$$

wo $C_{\varrho}^{(\varrho+2)}$, $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$ und $m_{\varrho+2}$ beziehungsweise in der, in dem 19ten Lehrsatze festgestellten, Bedeutung zu nehmen sind: man wünscht $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ und $m_{\varrho+2}$ dergestalt näher zu bestimmen, dafs die, durch die Gleichung (1) gegebene Function $F_{\varrho+2}(x)$ ebenfalls ganz, und von einem niedrigern Grade, als $F_{\varrho+1}(x)$, werde.

Erste Auflösung. Da die Voraussetzungen, welche der vorigen Aufgabe zu Grunde liegen, auch in dieser vorhanden sind; so wird offenbar die vorhin bezeichnete Methode auch hier anwendbar sein.

Da aber die in Rede stehende Aufgabe eine Bedingung mehr, als die vorhergehende, enthält; so gestattet sie noch eine

Zweite Auflösung. Es bezeichne n den Grad von $F_{\varrho}(x)$, $n-p$ den Grad von $F_{\varrho+1}(x)$ und μ eine solche ganze positive Gröfse, dafs

$$n-p+2\mu > n$$

sei. Dies vorausgesetzt, entwickele man den Quotienten $\frac{C_{\varrho}^{(\varrho+2)} F_{\varrho}(x)}{F_{\varrho+1}(x)}$ nach steigenden Potenzen von x, bis zum Grade $2\mu-1$ einschliefslich, und bezeichne diese Form mit $\Delta_{\varrho+2}$. Darauf setze man

$$(2) \cdots\cdots\cdots\cdots \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x) = -\Delta_{\varrho+2},$$

$$(3) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots m_{\varrho+2} = \mu.$$

Die durch die Gleichungen (1), (2) und (3) bestimmte Function $F_{\varrho+2}(x)$ wird alsdann den Forderungen der Aufgabe genügen.

Beweis. Zunächst ist es klar, dafs, den Gleichungen (1), (2), (3) zufolge,

$$(4) \cdots\cdots F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}} \frac{C_{\varrho}^{(\varrho+2)} F_{\varrho}(x) - \Delta_{\varrho+2} F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)} x^{2\mu}}$$

ist. Ferner ist es einleuchtend, dafs, da, der Voraussetzung nach, $\overset{x=x}{\mathrm{Gr}} \frac{F_{\varrho}(x)}{F_{\varrho+1}(x)}$ nicht ∞ ist, die Form $\Delta_{\varrho+2}$ stets ganz, und

$$(5) \cdots\cdots C_{\varrho}^{(\varrho+2)} F_{\varrho}(x) - \Delta_{\varrho+2} F_{\varrho+1}(x) = R_{\varrho+2},$$

folglich

$$(6) \cdots\cdots\cdots\cdots F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\mathrm{Gr}} \frac{R_{\varrho+2}}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)} x^{2\mu}},$$

wo $R_{\varrho+2}$, weil $F_{\varrho}(x)$, $F_{\varrho+1}(x)$, $\Delta_{\varrho+2}$, der Reihe nach, vom Grade n, $n-p$ und $2\mu-1$ sind, wie auch $n-p+2\mu>n$ ist (Aufl.), eine solche ganze Function von x sein wird, deren niedrigstes Glied nicht niedriger, als vom Grade 2μ, und deren höchstes Glied nicht höher, als vom Grade $n-p+2\mu-1$ ist. Daher wird die durch (6) bestimmte Function $F_{\varrho+2}(x)$ eine ganze Function von x, von einem Grade, nicht höher, als $n-p-1$, und deshalb von einem niedrigern Grade, als $F_{\varrho+1}(x)$, sein.

Zusatz 1. Die für $\overset{x=0}{\mathrm{Gr}} \frac{F_{\varrho}(x)}{F_{\varrho+1}(x)}$ stattfindende Bedingung wird, unter andern, erfüllt, wenn v. n. $F_{\varrho+1}(0)>0$ ist.

Zusatz 2. Da die ganze positive Gröfse μ lediglich an die Bedingung geknüpft ist, dafs

$$n-p+2\mu>n$$

sei: so sind stets eine unendliche Anzahl verschiedener Werthe, mit Bezug auf μ, und daher eben so viel verschiedene Formen für $F_{\varrho+2}(x)$, möglich.

22. Aus dem Vorhergehenden folgt demnach, dafs zu zwei gegebenen ganzen Functionen $F_{\varrho}(x)$ und $F_{\varrho+1}(x)$, von denen die zweite von einem niedrigern Grade, als die erste ist, stets eine dritte ganze Function $F_{\varrho+2}(x)$, und zwar, im allgemeinsten Falle, auf unendlich mannigfache Weise, gefunden werden kann, welche die doppelte Eigenschaft habe, dafs sie 1) der Gleichung

$$F_{\varrho+2}(x)=-\overset{x=x}{\mathrm{Gr}}\frac{C_{\varrho}^{(\varrho+2)}F_{\varrho}(x)+\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}}}$$

genüge, und 2) von einem niedrigern Grade, als $F_{\varrho+1}(x)$ sei, wo die Zeichen $C_{\varrho}^{(\varrho+2)}$, $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$ und $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ beziehungsweise in der vorhin festgestellten Bedeutung zu nehmen sind. Dies vorausgesetzt, hat die Lösung der folgenden Aufgabe keine Schwierigkeit.

Aufgabe 3. Es bezeichnet $F_0(x)$ eine gegebene ganze Function von x, so beschaffen, dafs, wenn c_0 einen reellen Werth von x bildet, für welchen $F_0(c_0)=0$ ist, alsdann v. n. $F_0'(c_0)>0$ ist. Man verlangt zu dieser Function eine Reihe anderer Functionen, $R_1^{(r)}(x)$, zu finden, so, dafs die Reihe

$$F_0(x),\ F_1(x),\ F_2(x),\ F_3(x), \cdots F_r(x),$$

von $x=-\infty$ bis $x=+\infty$, den Bedingungen (α), (β), (γ) des 10ten Lehrsatzes entspreche.

Auflösung. Man setze $F_1(x) = E\,\frac{dF_0(x)}{dx}$, und bestimme die verschiedenen Glieder einer Reihe $R_2^{(r)}(x)$, beziehungsweise nach der einen, oder der andern der beiden vorigen Aufgaben, dergestalt, dafs, streng allgemein, von $\varrho = 0$ bis $\varrho = r-2$, $F_{\varrho+2}(x)$ ganz und von einem niedrigern Grade, als $F_{\varrho+1}(x)$ sei, und überdies der Gleichung

$$F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\text{Gr}}\,\frac{C_\varrho^{(\varrho+2)}\,F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}}}$$

genüge, wo die Zeichen E, $C_\varrho^{(\varrho+2)}$, $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$, $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$ und $m_{\varrho+2}$ in der, im 19ten Lehrsatze festgestellten, Bedeutung zu nehmen sind. Diese Bestimmungen so weit fortgeführt gedacht, dafs $F_r(x)$ unabhängig von x sei, wird die Reihe

$$F_0(x),\; F_1(x),\; F_2(x),\; F_3(x),\; \cdots\; F_r(x)$$

den Bedingungen (α), (β), (γ) des 10ten Lehrsatzes entsprechen.

Beweis. Da, der Voraussetzung und der Auflösung zufolge, jedes Glied der Reihe $R_0^{(r)}(x)$ eine ganze Function von x, und von einem niedrigern Grade, als das unmittelbar vorhergehende, bildet; so wird man offenbar zu einem Gliede $F_r(x)$ gelangen, welches vom Grade Null, oder von x unabhängig sei, und dessen Index r, sofern n den Grad von $F_0(x)$ bezeichnet, nicht gröfser, als $n+1$ sein kann. Da nun die Reihe $R_0^{(r)}(x)$ bis zu diesem Gliede einschliefslich fortgesetzt gedacht wird (Auflös.); so wird sie der Bedingung (γ) des 10ten Lehrsatzes, von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, entsprechen.

Da ferner $F_0(x)$ eine ganze Function von x, und, wenn $F_0(c_0) = 0$ ist, v. n. $F_0'(c_0) > 0$ (Vorauss.), — und, der Auflösung nach,

$$F_1(x) = E\,\frac{dF_0(x)}{dx} = E\,F_0'(x),$$

$$F_{\varrho+2}(x) = -\overset{x=x}{\text{Gr}}\,\frac{C_\varrho^{(\varrho+2)}\,F_\varrho(x) + \psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)\cdot F_{\varrho+1}(x)}{C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}\,x^{2m_{\varrho+2}}},$$

$C_\varrho^{(\varrho+2)}$, $C_{\varrho+2}^{(\varrho+2)}$, $\psi_{\varrho+1}^{(\varrho+2)}(x)$, $m_{\varrho+2}$ in der Bedeutung des 19ten Lehrsatzes genommen werden, wie auch $F_{\varrho+2}(x)$ eine ganze Function, und daher continuirlich ist: so wird, dem 19ten Lehrsatze gemäfs, die Reihe $R_0^{(r)}(x)$ auch die Bedingungen (α) und (β) des 10ten Lehrsatzes, und zwar von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$, erfüllen.

Zusatz. Da, der Voraussetzung nach, v. n. $F_1(c_0) > 0$ ist, wenn man hat $F_0(c_0) = 0$; so ist, dem 2ten und 4ten Zusatze des 10ten Lehrsatzes zufolge, die auf die vorhin bezeichnete Weise gewonnene Reihe $R_0^{(r)}(x)$ von der Eigenschaft, dafs $\Delta_0^{(r)}\binom{A}{B}$ der Anzahl der zwischen A und B enthaltenen reellen Werthe von x gleich ist, für welche man hat

$$F_0(x) = 0,$$

wo A und B zwei völlig beliebige reelle Werthe repräsentiren, für welche auch die Zeichen $-\infty$ und $+\infty$ genommen werden können.

Schlufs-Bemerkung.

Was die Anwendung der vorigen Sätze und Methoden auf die Trennung der Wurzeln einer gegebenen Gleichung näher anbelangt, so ist dieser Gegenstand bereits, in mehrern Schriften, mit einer solchen Ausführlichkeit und Vollständigkeit behandelt worden, dafs jede weitere Erörterung desselben, an diesem Orte, nicht blofs überflüssig, sondern auch unpassend erscheinen dürfte.



Über

eine neue Anwendung bestimmter Integrale auf die Summation endlicher oder unendlicher Reihen.

Von

H[rn.] LEJEUNE-DIRICHLET.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 25. Juni 1835.]

Unter den zahlreichen und überraschenden Folgerungen, welche Gaufs aus seiner Methode zur Auflösung der zweigliedrigen Gleichungen, oder wie man sie mit Rücksicht auf ihre geometrische Anwendung zu nennen pflegt, seiner Theorie der Kreistheilung gezogen hat, ist besonders die Bestimmung gewisser endlicher Reihen, wegen der eigenthümlichen dabei zum Vorschein kommenden Schwierigkeiten merkwürdig. Bezeichnet man mit p irgend eine Primzahl und mit π wie gewöhnlich den halben Umfang für den Radius 1, so läfst sich, je nachdem p die Form $4\mu+1$ oder die Form $4\mu+3$ hat, die Summe der Reihe

$$\cos 0^2 \frac{2\pi}{p} + \cos 1^2 \frac{2\pi}{p} + \cos 2^2 \frac{2\pi}{p} + \cdots\cdots + \cos (p-1)^2 \frac{2\pi}{p}$$

oder die der Reihe

$$\sin 0^2 \frac{2\pi}{p} + \sin 1^2 \frac{2\pi}{p} + \sin 2^2 \frac{2\pi}{p} + \cdots\cdots + \sin (p-1)^2 \frac{2\pi}{p}$$

auf eine höchst einfache Weise durch p ausdrücken. Die erwähnte Methode zeigt nämlich, dafs diese Summe die Wurzel der reinen quadratischen Gleichung $x^2 = p$, und also $+\sqrt{p}$ oder $-\sqrt{p}$ ist. Da die Summe für jede Primzahl p nur einen Werth hat, so bleibt also blofs noch zu entscheiden, mit welchem Zeichen man die Wurzelgröfse zu nehmen habe. Eine Unbestimmtheit, wie die hier sich zeigende, findet sehr häufig statt, läfst sich aber gewöhnlich leicht beseitigen, indem aus der Natur der zu bestimmenden Gröfse leicht erhellt, ob ihr das positive oder negative Zeichen zukommt.

Im vorliegenden Falle aber treten dieser Entscheidung grofse Schwierigkeiten in den Weg, da die Glieder der Reihe zum Theil positiv, zum Theil negativ sind, und sich im Allgemeinen nicht übersehen läfst, ob die einen oder die andern überwiegen. Für besondere Werthe von p ist die Frage natürlich, vermittelst der aus den Tafeln zu entnehmenden Werthe der trigonometrischen Functionen, leicht zu entscheiden und man findet so, dafs jedesmal das positive Zeichen genommen werden mufs. Für die allgemeine Frage ist jedoch dadurch wenig gewonnen und die Theorie der Kreistheilung scheint kein Mittel darzubieten, das auf dem Wege der Induction gefundene Resultat für alle Fälle festzustellen. Gaufs ist in seinen *Disquisitiones arithmeticae* auf die Bestimmung des Zeichens nicht eingegangen, sondern hat dieselbe später zum Gegenstande einer besondern Abhandlung gemacht (*). Das darin befolgte Verfahren, welches der Idee nach eben so einfach als es in der Ausführung scharfsinnig ist, besteht darin, die obigen Reihen oder vielmehr die allgemeinen Ausdrücke von derselben Form, in denen irgend eine ganze Zahl n an die Stelle der Primzahl p getreten ist, in ein Product von Sinus zu verwandeln, deren Bogen in arithmetischer Progression fortschreiten, nach welcher Umformung sich das Zeichen sogleich bestimmen läfst, indem man findet, das die negativen Factoren in gerader Anzahl vorhanden sind. Die Schwierigkeit, a priori, d. h. vor Durchführung aller Rechnungen, klar zu übersehen, warum der von dem grofsen Geometer eingeschlagene Weg zu einer so merkwürdigen Umformung führt, hat den Wunsch in mir erregt, die Frage auf eine andere vielleicht übersichtlichere Weise zu behandeln, und ich glaube, das Resultat meiner Bemühungen der Akademie vorlegen zu dürfen, da die Erfahrung vielfältig bewiesen hat, dafs bei so schwierigen Untersuchungen Gewinn für die Wissenschaft daraus entspringen kann, wenn man dasselbe Problem unter sehr verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet.

Eine neue Auflösung der oben erwähnten Aufgabe wird um so eher einiges Interesse darbieten können, als die schöne, von Gaufs gegebene Analyse bis jetzt die einzige ist, durch welche die eigenthümliche, durch das doppelte Zeichen hervorgebrachte Unbestimmtheit gehoben wird. Zwar hat sich auch Libri mit der Summation dieser Reihen beschäftigt, allein seine Methode, wie scharfsinnig sie auch sei, scheint nicht geeignet, die eben

(*) Summatio quarumdam serierum singularium. Comment. recent. Societ. Gottg. Tom. I.

bezeichnete Schwierigkeit zu heben, indem sie, wie die Kreistheilung, auf eine quadratische Gleichung führt. Zur Bestimmung des Zeichens ist der Verfasser genöthigt, die in ein Sinusproduct verwandelte Reihe zu Hülfe zu nehmen, ohne jedoch auf irgend eine Weise anzugeben, wie man sich von der Gleichheit dieser beiden Ausdrücke überzeugen könne (*). Aber wie schon bemerkt worden, liegt gerade in diesem Übergange die eigentliche Schwierigkeit der Frage und ist derselbe erst bewerkstelligt, so wird jede andere Betrachtung überflüssig, indem das Product, zu welchem man durch die Transformation gelangt, zu den längst bekannten gehört, welche schon Euler in seiner *Introductio in analys. infinit.* auf eine höchst einfache Weise bestimmt hat.

---

§. 1.

Die in dieser Abhandlung enthaltenen Untersuchungen beruhen auf folgenden zwei Sätzen, auf welche man durch die Betrachtung der Reihen geführt wird, die nach den Sinus und Cosinus der Vielfachen einer Veränderlichen fortschreiten und für ein gewisses Intervall eine beliebig gegebene Function dieser Veränderlichen darstellen.

„Bezeichnet c eine Constante, welche die doppelte Bedingung $0 < c \overline{\overline{<}} \frac{\pi}{2}$ erfüllt, und ist $f(\beta)$ eine von $\beta = 0$ bis $\beta = c$ continuirlich bleibende Function von β, so nähert sich das Integral

$$\int_0^c f(\beta) \frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta} d\beta$$

der Grenze $\frac{\pi}{2} f(0)$, wenn die darin enthaltene positive ganze Zahl k unendlich wird."

„Sind b und c Constanten von solcher Beschaffenheit, daſs $0 < b < c \overline{\overline{<}} \frac{\pi}{2}$ und bleibt die Function $f(\beta)$ continuirlich von $\beta = b$ bis $\beta = c$, so nähert sich das Integral

$$\int_b^c f(\beta) \frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta} d\beta$$

bei unaufhörlichem Wachsen von k der Grenze Null."

(*) Journal der Mathematik von Crelle. IX. Band, pag. 187.

In frühern Abhandlungen über die Theorie der vorher erwähnten Reihen (*) habe ich gezeigt, wie sich diese beiden Sätze auf eine eben so einfache als strenge Weise begründen lassen, wenn man zunächst annimmt, dafs die Function $f(\beta)$ innerhalb der Grenzen der Integration, welcher sie unterworfen ist, nicht vom Abnehmen ins Zunehmen oder umgekehrt übergeht. Um von diesem besondern Falle zu dem allgemeinern überzugehen, wo die Function zwischen den Integrationsgrenzen eine beliebige Anzahl Maxima und Minima hat, braucht man nur die Integrale in andere zu zerlegen, deren Grenzen durch die Werthe von β gegeben werden, für welche ein Maximum oder Minimum stattfindet.

Um dies für den ersten Satz zu zeigen, so seien $e_1, e_2, \cdots e_h$ der Gröfse nach geordnet die zwischen 0 und c liegenden Werthe von β, welchen ein Maximum oder Minimum von $f(\beta)$ entspricht. Zerlegt man nun das Integral

$$\int_0^c f(\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta$$

in $h+1$ andere, deren Grenzen 0 und e_1, e_1 und $e_2, \cdots, e_h$ und c sind, so sind auf diese neuen Integrale die obigen für den erwähnten speciellen Fall als erwiesen vorausgesetzten Sätze anwendbar und man sieht, dafs alle diese Integrale mit Ausnahme des ersten für $k=\infty$ verschwinden, während das erste in demselben Falle den Werth $\frac{\pi}{2}f(0)$ annimmt, welcher Werth also auch die Grenze des Integrals

$$\int_0^c f(\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta$$

für das unaufhörliche Wachsen von k ist. Auf ganz ähnliche Weise wird der Beweis des zweiten Satzes geführt.

Vermittelst der obigen Sätze ist es leicht, die Grenze des Integrals

$$\int_0^c f(\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta$$

für $k=\infty$ zu bestimmen, wenn jetzt c irgend eine positive Constante bezeichnet. Bezeichnet $l\pi$ das gröfste in c enthaltene Vielfache von π, so zerlege man das vorige Integral in die beiden folgenden

---

(*) Journal der Math. von Crelle. Band IV, pag. 157. oder Repertorium der Physik von Dove und Moser.

$$\int_0^{l\pi} f(\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta,\quad \int_{l\pi}^{c} f(\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta,$$

das erste kann in $2l$ zwischen den Grenzen

$$0 \text{ und } \frac{\pi}{2},\ \frac{\pi}{2} \text{ und } 2\cdot\frac{\pi}{2},\ 2\cdot\frac{\pi}{2} \text{ und } 3\cdot\frac{\pi}{3},\ \cdots\cdots\ (2l-1)\frac{\pi}{2} \text{ und } 2l\cdot\frac{\pi}{2}$$

genommene Integrale zerlegt werden, welche, wenn man der Reihe nach statt β in denselben

$$\beta,\ \pi-\beta,\ \pi+\beta,\ 2\pi-\beta,\ \cdots\cdots\ (l-1)\pi-\beta,\ (l-1)\pi+\beta,\ l\pi-\beta$$

schreibt, und nachher auf das 2[te], 4[te], 6[te], $\cdots\cdots$ die Gleichung

$$\int_g^h \psi(\beta)\,d\beta = -\int_h^g \psi(\beta)\,d\beta$$

anwendet, sich alle von $\beta = 0$ bis $\beta = \frac{\pi}{2}$ erstrecken werden. Sie können daher in ein Integral vereinigt werden, welches, da k eine ganze Zahl ist, offenbar die Form hat

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} [f(\beta)+f(\pi-\beta)+f(\pi+\beta)+\cdots\cdots+f((l-1)\pi-\beta)+f((l-1)\pi+\beta)+f(l\pi-\beta)]\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta$$

und nach dem ersten Satz für $k=\infty$, den Werth

$$\pi\left(\tfrac{1}{2}f(0)+f(\pi)+\cdots\cdots+f((l-1)\pi)+\tfrac{1}{2}f(l\pi)\right)$$

annimmt.

Was das andere Integral

$$\int_{l\pi}^{c} f(\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta$$

betrifft, so ist dasselbe Null, wenn $c = l\pi$. Für alle andern Fälle bringe man dasselbe in die Form

$$\int_0^{c-l\pi} f(l\pi+\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta},$$

indem man $l\pi+\beta$ für β setzt. Ist nun $c-l\pi$ nicht gröſser als $\frac{\pi}{2}$, so folgt aus dem ersten Satz, daſs sich das Integral für $k=\infty$ in $\frac{\pi}{2}f(l\pi)$ verwandelt. Liegt hingegen $c-l\pi$ zwischen $\frac{\pi}{2}$ und π, so zerlege man es in zwei andere, deren Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$, $\frac{\pi}{2}$ und $c-l\pi$ sind. Das erste nimmt für $k=\infty$ den Werth $\frac{\pi}{2}f(l\pi)$ an, während das andere, welches dadurch, daſs man $\pi-\beta$ für β schreibt, in

$$\int_{(l+1)\pi-c}^{\frac{\pi}{2}} f((l+1)\pi-\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta$$

übergeht, nach dem zweiten Satz für $k=\infty$ verschwindet.

Fafst man das Vorhergehende zusammen, so ergiebt sich, dafs das Integral

$$\int_0^c f(\beta)\,\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta,$$

wenn die darin enthaltene ganze positive Zahl k unaufhörlich wächst, sich immer der Grenze

$$\pi\left(\tfrac{1}{2}f(0)+f(\pi)+\cdots\cdot+f(l\pi)\right)=\frac{\pi}{2}f(0)+\pi\sum_{s=1}^{s=l}f(s\pi)$$

nähert, wo l das gröfste in $\frac{c}{\pi}$ enthaltene Ganze bezeichnet, mit Ausnahme des einzigen Falles, wo c ein Vielfaches von π ist, in welchem Falle das letzte Glied $\pi f(l\pi)$ der vorigen Summe nur halb zu nehmen ist.

§. 2.

Man betrachte die beiden Integrale

$$\int_{-\infty}^{\infty}\cos(\alpha^2)\,d\alpha=a,\quad \int_{-\infty}^{\infty}\sin(\alpha^2)\,d\alpha=b\ (^*).$$

Obgleich schon seit Euler bekannt ist, dafs die Constanten a und b beide den Werth $\sqrt{\frac{\pi}{2}}$ haben, so brauchen wir dies nicht vorauszusetzen, da sich diese Werthe aus unserer Analyse von selbst ergeben.

(*) Man behauptet zuweilen, dafs Integrale, welche zwischen den Grenzen $-\infty$ und ∞ genommen sind, nothwendig immer unbestimmt werden, wenn die Function unter dem Zeichen an diesen Grenzen nicht verschwindet. Die hier betrachteten Integrale erfüllen diese Bedingung nicht und haben dennoch ganz bestimmte Werthe, wie sogleich erhellt, wenn man sie in die Form

$$\int_0^{\infty}\frac{\cos\beta}{\sqrt{\beta}}\,d\beta,\quad \int_0^{\infty}\frac{\sin\beta}{\sqrt{\beta}}\,d\beta$$

bringt. Jedes der Integrale

$$\int_{-p}^{p}\cos(\alpha^2)\,d\alpha,\quad \int_{-p}^{p}\sin(\alpha^2)\,d\alpha$$

nähert sich also einer bestimmten Grenze, wenn man die positive Gröfse p ins Unendliche wachsen läfst, mag nun dieses Wachsen continuirlich oder, wie im Folgenden, nach irgend einem beliebigen Gesetze sprungweise geschehen.

Setzt man

$$\alpha = \frac{\beta}{2}\sqrt{\frac{n}{2\pi}},$$

wo β eine neue Veränderliche und n eine positive ganze Zahl bezeichnet, so erhält man

$$\int_{-\infty}^{\infty} \cos\frac{n\beta^2}{8\pi}\,d\beta = 2a\sqrt{\frac{2\pi}{n}}, \qquad \int_{-\infty}^{\infty} \sin\frac{n\beta^2}{8\pi}\,d\beta = 2b\sqrt{\frac{2\pi}{n}}.$$

Wir denken uns diese beiden Integrale zunächst von $-(2k+1)\pi$ bis $(2k+1)\pi$ genommen, wo k eine positive ganze Zahl bezeichnet und setzen nachher $k=\infty$. Zerlegt man jedes der beiden Integrale in $2k+1$ neue, deren Grenzen

$$-(2k+1)\pi \text{ und } -(2k-1)\pi,\ -(2k-1)\pi \text{ und } -(2k-3)\pi, \dots\dots$$
$$(2k-3)\pi \text{ und } (2k-1)\pi,\ (2k-1)\pi \text{ und } (2k+1)\pi,$$

sind und schreibt in diesen neuen Integralen der Reihe nach, statt β,

$$-2k\pi+\gamma,\ -2(k-1)\pi+\gamma, \dots\dots, 2(k-1)\pi+\gamma,\ 2k\pi+\gamma,$$

so erhalten alle die Grenzen $-\pi$ und $+\pi$, und man findet

$$\int_{-\pi}^{+\pi} d\gamma \sum_{h=-k}^{h=k} \cos\frac{n}{8\pi}(\gamma+2h\pi)^2, \qquad \int_{-\pi}^{+\pi} d\gamma \sum_{h=-k}^{h=k} \sin\frac{n}{8\pi}(\gamma+2h\pi)^2.$$

Die Zahl n kann eine der folgenden vier Formen 4μ, $4\mu+1$, $4\mu+2$, $4\mu+3$ haben. Findet zunächst die erste Statt, d. h. ist n durch 4 theilbar, so kann man $\frac{n}{2}h^2\pi$ als ein Vielfaches von 2π unter dem trigonometrischen Zeichen weglassen und man hat

$$\sum_{h=-k}^{h=k} \cos\frac{n}{8\pi}(\gamma+2h\pi)^2 = \sum_{h=-k}^{h=k} \cos\left(\frac{n\gamma^2}{8\pi}+\frac{hn\gamma}{2}\right),$$

wofür man auch schreiben kann, indem man die Glieder, die entgegengesetzten Werthen von h entsprechen, vereinigt und sich einer bekannten Summationsformel bedient,

$$\cos\frac{n\gamma^2}{8\pi} + \sum_{h=1}^{h=k}\left[\cos\left(\frac{n\gamma^2}{8\pi}+\frac{hn\gamma}{2}\right)+\cos\left(\frac{n\gamma^2}{8\pi}-\frac{hn\gamma}{2}\right)\right]$$
$$= \cos\frac{n\gamma^2}{8\pi}\left(1+2\sum_{h=1}^{h=k}\cos\frac{hn\gamma}{2}\right) = \cos\frac{n\gamma^2}{8\pi}\,\frac{\sin(2k+1)\frac{n\gamma}{4}}{\sin\frac{n\gamma}{4}}.$$

Man findet auf dieselbe Weise für die im zweiten Integral enthaltene Summe

$$\sin\frac{n\gamma^2}{8\pi}\;\frac{\sin(2k+1)\frac{n\gamma}{4}}{\sin\frac{n\gamma}{4}}.$$

Setzt man diese Werthe ein und führt eine neue durch die Gleichung $\frac{n\gamma}{4}=\beta$ bestimmte Veränderliche β ein, so erhalten die Integrale die Form

$$\frac{4}{n}\int_{-\frac{n\pi}{4}}^{\frac{n\pi}{4}}\cos\left(\frac{2\beta^2}{n\pi}\right)\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta,\qquad \frac{4}{n}\int_{-\frac{n\pi}{4}}^{\frac{n\pi}{4}}\sin\left(\frac{2\beta^2}{n\pi}\right)\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta.$$

Da die Functionen unter dem Integralzeichen für β und $-\beta$ denselben Werth haben, so kann man auch von $\beta=0$ bis $\beta=\frac{n\pi}{4}$ integriren und die Resultate doppelt nehmen.

Man erhält so

$$\frac{8}{n}\int_{0}^{\frac{n}{4}\pi}\cos\left(\frac{2\beta^2}{n\pi}\right)\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta,\qquad \frac{8}{n}\int_{0}^{\frac{n}{4}\pi}\sin\left(\frac{2\beta^2}{n\pi}\right)\frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\,d\beta.$$

Nach Obigem werden diese Ausdrücke für $k=\infty$ respective $2a\sqrt{\frac{2\pi}{n}}$, $2b\sqrt{\frac{2\pi}{n}}$. Andrerseits ergeben sich aber auch die der Annahme $k=\infty$ entsprechenden Werthe unmittelbar aus dem am Ende des vorigen §. aufgestellten Satze, bei dessen Anwendung man nicht übersehen darf, dafs der dort erwähnte Ausnahmefall hier Statt findet, indem $\frac{n}{4}$ eine ganze Zahl ist. Man gelangt so durch Vergleichung zu den Resultaten

$$\tfrac{1}{2}+\cos 1^2\frac{2\pi}{n}+\cos 2^2\frac{2\pi}{n}+\cdots+\cos\left(\frac{n}{4}-1\right)^2\frac{2\pi}{n}+\tfrac{1}{2}\cos\left(\frac{n}{4}\right)^2\frac{2\pi}{n}=\frac{a}{2}\sqrt{\frac{n}{2\pi}}$$

$$\sin 1^2\frac{2\pi}{n}+\sin 2^2\frac{2\pi}{n}+\cdots+\sin\left(\frac{n}{4}-1\right)^2\frac{2\pi}{n}+\tfrac{1}{2}\sin\left(\frac{n}{4}\right)^2\frac{2\pi}{n}=\frac{b}{2}\sqrt{\frac{n}{2\pi}}.$$

Giebt man, um die Constanten a, b zu bestimmen, n einen besondern Werth, z. B. 4, so kommt

$$\tfrac{1}{2}+\tfrac{1}{2}\cos\frac{\pi}{2}=\frac{a}{2}\sqrt{\frac{2}{\pi}},\qquad \tfrac{1}{2}\sin\frac{\pi}{2}=\frac{b}{2}\sqrt{\frac{2}{\pi}},$$

und folglich

$$a=\sqrt{\frac{\pi}{2}},\qquad b=\sqrt{\frac{\pi}{2}}.$$

Setzt man diesen Werth für a in die erste Gleichung und transformirt die Glieder derselben, mit Ausnahme des ersten und letzten, nach der aus der Voraussetzung $n = 4\mu$ evidenten Formel

$$\cos s^2 \frac{2\pi}{n} = \tfrac{1}{2} \cos s^2 \frac{2\pi}{n} + \tfrac{1}{2} \cos \left(\frac{n}{2} - s\right)^2 \frac{2\pi}{n},$$

so wird dieselbe

$$1 + \cos 1^2 \frac{2\pi}{n} + \cos 2^2 \frac{2\pi}{n} + \cdots\cdots + \cos \left(\frac{n}{2} - 1\right)^2 \frac{2\pi}{n} = \tfrac{1}{2} \sqrt{n},$$

oder wenn man $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos \left(\frac{n}{2}\right)^2 \frac{2\pi}{n}$ für das erste Glied 1 schreibt und die übrigen mit Hülfe der Gleichung

$$\cos s^2 \frac{2\pi}{n} = \tfrac{1}{2} \cos s^2 \frac{2\pi}{n} + \tfrac{1}{2} \cos (n-s)^2 \frac{2\pi}{n}$$

umformt,

$$1 + \cos 1^2 \frac{2\pi}{n} + \cos 2^2 \frac{2\pi}{n} + \cdots\cdots + \cos (n-1)^2 \frac{2\pi}{n} = \sqrt{n}.$$

Ganz auf dieselbe Weise folgt aus der zweiten der oben erhaltenen Gleichungen

$$\sin 1^2 \frac{2\pi}{n} + \sin 2^2 \frac{2\pi}{n} + \cdots\cdots + \sin (n-1)^2 \frac{2\pi}{n} = \sqrt{n}.$$

§. 3.

Die Fälle, wo n nicht durch 4 theilbar, sondern in einer der Formen $4\mu+1$, $4\mu+2$, $4\mu+3$ enthalten ist, lassen sich in ähnlicher Weise behandeln. Da jedoch die Resultate nicht unmittelbar in ihrer einfachsten Gestalt erscheinen, so wenden wir uns zu einem etwas modificirten Verfahren, welches allgemeinere Resultate liefert.

Setzt man in der vorher erhaltenen Gleichung

$$\int_{-\infty}^{\infty} \cos (\alpha^2)\, d\alpha = \sqrt{\frac{\pi}{2}},$$

$\alpha = \beta + g$, wo β eine neue Veränderliche, und g eine reelle Constante bezeichnet, so erhält man

$$\int_{-\infty}^{\infty} \cos (\beta + g)^2\, d\beta = \sqrt{\frac{\pi}{2}},$$

oder wenn man entwickelt

$$\int_{-\infty}^{\infty} \cos (\beta^2 + g^2) \cos 2g\beta\, d\beta - \int_{-\infty}^{\infty} \sin (\beta^2 + g^2) \sin 2g\beta\, d\beta = \sqrt{\frac{\pi}{2}}.$$

Das zweite Integral ist offenbar Null und die Gleichung läſst sich in folgende Form bringen

$$\cos(g^2)\int_{-\infty}^{\infty}\cos(\beta^2)\cos 2g\beta\, d\beta - \sin(g^2)\int_{-\infty}^{\infty}\sin(\beta^2)\cos 2g\beta\, d\beta = \sqrt{\frac{\pi}{2}}.$$

Aus der Gleichung

$$\int_{-\infty}^{\infty}\sin(\alpha^2)\, d\alpha = \sqrt{\frac{\pi}{2}}$$

folgt auf dieselbe Weise

$$\sin(g^2)\int_{-\infty}^{\infty}\cos(\beta^2)\cos 2g\beta\, d\beta + \cos(g^2)\int_{-\infty}^{\infty}\sin(\beta^2)\cos 2g\beta\, d\beta = \sqrt{\frac{\pi}{2}},$$

und durch Combination mit dem vorigen Resultat erhält man sogleich die bekannten Gleichungen

$$\int_{-\infty}^{\infty}\cos(\beta^2)\cos 2g\beta\, d\beta = \sqrt{\frac{\pi}{2}}\,(\cos(g^2)+\sin(g^2))$$

$$\int_{-\infty}^{\infty}\sin(\beta^2)\cos 2g\beta\, d\beta = \sqrt{\frac{\pi}{2}}\,(\cos(g^2)-\sin(g^2)).$$

Setzt man

$$\beta = \frac{\alpha}{2}\sqrt{\frac{n}{2\pi}} \quad \text{und} \quad g = i\sqrt{\frac{2\pi}{n}},$$

wo α eine neue Veränderliche und n, i positive Constanten bezeichnen, die im Folgenden als ganze Zahlen gelten sollen, so kommt

$$\int_{-\infty}^{\infty}\cos\left(\frac{n\alpha^2}{8\pi}\right)\cos i\alpha\, d\alpha = \frac{2\pi}{\sqrt{n}}\left(\cos\frac{2i^2\pi}{n} + \sin\frac{2i^2\pi}{n}\right)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty}\sin\left(\frac{n\alpha^2}{8\pi}\right)\cos i\alpha\, d\alpha = \frac{2\pi}{\sqrt{n}}\left(\cos\frac{2i^2\pi}{n} - \sin\frac{2i^2\pi}{n}\right).$$

Es sei jetzt

$$(1) \qquad F(\alpha) = b_0 + b_1\cos\alpha + b_2\cos 2\alpha + \cdots\cdots = \Sigma\, b_i\cos i\alpha$$

eine beliebige endliche oder unendliche Reihe, deren Coefficienten von α unabhängig sind. Es soll im letztern Falle nur vorausgesetzt werden, daſs die Reihe convergirt und die Function von α, welche sie darstellt, continuirlich ist.

Multiplicirt man die vorigen Gleichungen mit b_i und summirt von $i=0$ bis zu derselben Grenze wie in (1), so erhält man

$$\int_{-\infty}^{\infty} \cos \frac{n\alpha^2}{8\pi} F(\alpha)\, d\alpha = \frac{2\pi}{\sqrt{n}} \Sigma\, b_i \left(\cos \frac{2i^2\pi}{n} + \sin \frac{2i^2\pi}{n}\right) = \frac{2\pi}{\sqrt{n}} (G+H)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \sin \frac{n\alpha^2}{8\pi} F(\alpha)\, d\alpha = \frac{2\pi}{\sqrt{n}} \Sigma\, b_i \left(\cos \frac{2i^2\pi}{n} - \sin \frac{2i^2\pi}{n}\right) = \frac{2\pi}{\sqrt{n}} (G-H), \qquad (2)$$

wenn man zur Abkürzung

$$\Sigma\, b_i \cos \frac{2i^2\pi}{n} = G \quad \text{und} \quad \Sigma\, b_i \sin \frac{2i^2\pi}{n} = H$$

setzt. Um diese beiden Integrale zu finden, denken wir uns dieselben zunächst von $-(4k+1)\pi$ bis $(4k+1)\pi$, wo k eine positive ganze Zahl bezeichnet, genommen, und lassen nachher k unendlich werden. Zerlegt man jedes dieser Integrale in $4k+1$ andere, deren Grenzen durch die beiden Ausdrücke $(2h-1)\pi$ und $(2h+1)\pi$ gegeben werden, wenn man h alle ganzen Werthe von $-2k$ bis $2k$ incl. beilegt, und führt in diese Integrale eine für jedes durch die Gleichung $\alpha = \gamma + 2h\pi$ bestimmte neue Veränderliche γ ein, so werden die Grenzen für alle $-\pi$ und $+\pi$, und man erhält mit Berücksichtigung, dafs nach (1) offenbar $F(\gamma+2h\pi) = F(\gamma)$,

$$\int_{-\pi}^{+\pi} d\gamma\, F(\gamma)\, \Sigma \cos \frac{n}{8\pi}(\gamma+2h\pi)^2, \qquad \int_{-\pi}^{+\pi} d\gamma\, F(\gamma)\, \Sigma \sin \frac{n}{8\pi}(\gamma+2h\pi)^2,$$

wo sich die Summationen von $h = -2k$ bis $h = 2k$ erstrecken. Vereinigt man die Glieder, welche entgegengesetzten Werthen von h entsprechen, so erhält man für die im ersten Integral enthaltene Summe

$$\cos \frac{n\gamma^2}{8\pi} + \sum_{h=1}^{h=2k} \left(\cos \frac{n}{8\pi}(\gamma+2h\pi)^2 + \cos \frac{n}{8\pi}(\gamma-2h\pi)^2\right)$$

$$= \cos \frac{n\gamma^2}{8\pi} + 2\sum_{h=1}^{h=2k} \cos \frac{n}{8\pi}(\gamma^2 + 4h^2\pi^2) \cos \frac{hn\gamma}{2}.$$

Der Faktor $\cos \frac{n}{8\pi}(\gamma^2+4h^2\pi^2) = \cos\left(nh^2 \frac{\pi}{2} + \frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)$ unter dem Summenzeichen hat nur zwei verschiedene Werthe und ist offenbar $\cos \frac{n\gamma^2}{8\pi}$ oder $\cos\left(\frac{n\pi}{2} + \frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)$, je nachdem h gerade oder ungerade ist. Trennt man daher die Glieder, die einem geraden h entsprechen, von denen, welche zu einem ungeraden h gehören, so findet man

$$\cos \frac{n\gamma^2}{8\pi}(1+2\cos n\gamma+2\cos 2n\gamma+\cdots+2\cos kn\gamma)+\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)\left(2\cos\frac{n\gamma}{2}+2\cos\frac{3n\gamma}{2}+\cdots+2\cos(2k-1)\frac{n\gamma}{2}\right),$$

oder wenn man für die beiden Reihen ihre bekannten Werthe

$$\frac{\sin(2k+1)\frac{n\gamma}{2}}{\sin\frac{n\gamma}{2}}, \quad \frac{\sin(4k+1)\frac{n\gamma}{4}}{\sin\frac{n\gamma}{4}} - \frac{\sin(2k+1)\frac{n\gamma}{2}}{\sin\frac{n\gamma}{2}}$$

substituirt:

$$\frac{\sin(4k+1)\frac{n\gamma}{4}}{\sin\frac{n\gamma}{4}}\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)+\frac{\sin(2k+1)\frac{n\gamma}{2}}{\sin\frac{n\gamma}{2}}\left(\cos\frac{n\gamma^2}{8\pi}-\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)\right).$$

Ganz auf dieselbe Weise ergiebt sich für die im zweiten Integrale enthaltene Summe der Werth

$$\frac{\sin(4k+1)\frac{n\gamma}{4}}{\sin\frac{n\gamma}{4}}\sin\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)+\frac{\sin(2k+1)\frac{n\gamma}{2}}{\sin\frac{n\gamma}{2}}\left(\sin\frac{n\gamma^2}{8\pi}-\sin\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)\right).$$

Die vorhergehenden Ausdrücke bleiben ungeändert, wenn γ in $-\gamma$ verwandelt wird; dasselbe gilt nach (1) von $F(\gamma)$. Man kann daher die Integrale von $\gamma = 0$ bis $\gamma = \pi$ nehmen und den Faktor 2 vorsetzen. Man erhält so

$$2\int_0^\pi \frac{\sin(4k+1)\frac{n\gamma}{4}}{\sin\frac{n\gamma}{4}}\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)F(\gamma)\,d\gamma+2\int_0^\pi \frac{\sin(2k+1)\frac{n\gamma}{2}}{\sin\frac{n\gamma}{2}}\left(\cos\frac{n\gamma^2}{8\pi}-\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)\right)F(\gamma)\,d\gamma,$$

$$2\int_0^\pi \frac{\sin(4k+1)\frac{n\gamma}{4}}{\sin\frac{n\gamma}{4}}\sin\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)F(\gamma)\,d\gamma+2\int_0^\pi \frac{\sin(2k+1)\frac{n\gamma}{2}}{\sin\frac{n\gamma}{2}}\left(\sin\frac{n\gamma^2}{6\pi}-\sin\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{n\gamma^2}{8\pi}\right)\right)F(\gamma)\,d\gamma.$$

Setzt man im ersten und dritten Integral $\beta = \frac{n\gamma}{4}$, im zweiten und vierten $\beta = \frac{n\gamma}{2}$, so gehen diese beiden Ausdrücke über in

$$\frac{8}{n}\int_0^{\frac{n\pi}{4}} \frac{\sin(4k+1)\beta}{\sin\beta}\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{2\beta^2}{n\pi}\right)F\left(\frac{4\beta}{n}\right)d\beta+\frac{4}{n}\int_0^{\frac{n\pi}{2}} \frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\left(\cos\frac{\beta^2}{2n\pi}-\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{\beta^2}{2n\pi}\right)\right)F\left(\frac{2\beta}{n}\right)d\beta,$$

$$\frac{8}{n}\int_0^{\frac{n\pi}{4}} \frac{\sin(4k+1)\beta}{\sin\beta}\sin\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{2\beta^2}{n\pi}\right)F\left(\frac{4\beta}{n}\right)d\beta+\frac{4}{n}\int_0^{\frac{n\pi}{2}} \frac{\sin(2k+1)\beta}{\sin\beta}\left(\sin\frac{\beta^2}{2n\pi}-\sin\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{\beta^2}{2n\pi}\right)\right)F\left(\frac{2\beta}{n}\right)d\beta.$$

Die Grenzen, welchen sich diese Ausdrücke nähern, wenn die darin enthaltene ganze Zahl k wachsend gedacht wird, ergeben sich auf der Stelle aus

dem im ersten §. bewiesenen Satze. Man hat daher, wenn man, wie früher, die in (2) enthaltenen Reihen zur Abkürzung mit G und H bezeichnet, und auf beiden Seiten mit $\frac{\sqrt{n}}{2\pi}$ multiplizirt:

$$G+H = \frac{1}{\sqrt{n}}\left(1+\cos\frac{n\pi}{2}\right)F(0) + \frac{4}{\sqrt{n}}\Sigma\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{2s^2\pi}{n}\right)F\left(\frac{4s\pi}{n}\right)$$
$$+\frac{2}{\sqrt{n}}\Sigma\left(\cos\frac{s^2\pi}{2n}-\cos\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{s^2\pi}{2n}\right)\right)F\left(\frac{2s\pi}{n}\right),$$

$$G-H = \frac{1}{\sqrt{n}}\sin\frac{n\pi}{2}F(0) + \frac{4}{\sqrt{n}}\Sigma\sin\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{2s^2\pi}{n}\right)F\left(\frac{4s\pi}{n}\right)$$
$$+\frac{2}{\sqrt{n}}\Sigma\left(\sin\frac{s^2\pi}{2n}-\sin\left(\frac{n\pi}{2}+\frac{s^2\pi}{2n}\right)\right)F\left(\frac{2s\pi}{n}\right).$$

Von den beiden in jeder dieser Gleichungen enthaltenen Summationen erstreckt sich die erste von $s=1$ bis zu der gröfsten in $\frac{n}{4}$, die zweite von $s=1$ bis zu der gröfsten in $\frac{n}{2}$ enthaltenen ganzen Zahl und es ist zugleich zu bemerken, dafs das letzte Glied der zweiten Summe nur halb zu nehmen ist, wenn $\frac{n}{2}$ ein Ganzes ist, und dasselbe gilt vom letzten Gliede der ersten, wenn auch $\frac{n}{4}$ ein Ganzes ist.

Die eben gefundenen Gleichungen, welche die Bestimmung der endlichen oder unendlichen Reihen G und H auf die von andern endlichen Reihen zurückführen, enthalten als specielle Fälle die in der Einleitung erwähnten Summationen. Reducirt man nämlich die Reihe (1) auf n Glieder und setzt alle ihre Coefficienten der Einheit gleich, so ist

$$F(\alpha) = 1+\cos\alpha+\cos 2\alpha+\cdots\cdots+\cos(n-1)\alpha = \tfrac{1}{2}+\tfrac{1}{2}\frac{\sin(2n-1)\frac{\alpha}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}},$$

und man hat offenbar $F\left(\frac{2t\pi}{n}\right)=0$, für jede nicht durch n theilbare ganze Zahl t. Alle Glieder der obigen Summen verschwinden daher durch die Faktoren $F\left(\frac{4s\pi}{n}\right)$, $F\left(\frac{2s\pi}{n}\right)$, und da $F(0)=n$, so kommt ganz einfach

$$G+H=\left(1+\cos\frac{n\pi}{2}\right)\sqrt{n},\qquad G-H=\sin\frac{n\pi}{2}\sqrt{n},$$

und folglich

$$G=\tfrac{1}{2}\left(1+\cos\frac{n\pi}{2}+\sin\frac{n\pi}{2}\right)\sqrt{n},\qquad H=\tfrac{1}{2}\left(1+\cos\frac{n\pi}{2}-\sin\frac{n\pi}{2}\right)\sqrt{n}.$$

Legt man der ganzen Zahl n nach einander die 4 Formen 4μ, $4\mu+1$, $4\mu+2$, $4\mu+3$ bei und führt die durch G und H bezeichneten Reihen wieder ein, so erhält man

$$\Sigma \cos\frac{2i^2\pi}{n} = \sqrt{n}, \quad \Sigma \sin\frac{2i^2\pi}{n} = \sqrt{n}, \quad n = 4\mu,$$

$$\Sigma \cos\frac{2i^2\pi}{n} = \sqrt{n}, \quad \Sigma \sin\frac{2i^2\pi}{n} = 0, \quad n = 4\mu+1,$$

$$\Sigma \cos\frac{2i^2\pi}{n} = 0, \quad \Sigma \sin\frac{2i^2\pi}{n} = 0, \quad n = 4\mu+2,$$

$$\Sigma \cos\frac{2i^2\pi}{n} = 0, \quad \Sigma \sin\frac{2i^2\pi}{n} = \sqrt{n}, \quad n = 4\mu+3,$$

wo sich die Summationen von $i=0$ bis $i=n-1$ erstrecken.

§. 4.

Zum Schlufs wollen wir nach Gaufs noch zeigen, wie man aus den eben erhaltenen Summenausdrücken den Fundamentalsatz der Theorie der quadratischen Reste auf eine höchst einfache Weise ableiten kann.

Bezeichnet p eine ungerade Primzahl, so ist der Rest irgend eines nicht durch p theilbaren Quadrats bei der Division durch p offenbar unter denen enthalten, welche die Reihe $1^2, 2^2, 3^2, \ldots, \left(\frac{p-1}{2}\right)^2$ liefert und man beweist leicht, dafs diese Reste, welche in irgend einer Ordnung mit

I. $$a_1, \; a_2, \; a_3, \ldots a_{\frac{p-1}{2}}$$

bezeichnet werden sollen, alle von einander verschieden sind. Es seien ferner

II. $$b_1, \; b_2, \; b_3, \ldots b_{\frac{p-1}{2}}$$

diejenigen Zahlen der Reihe $1, 2, 3, \ldots, p-1$, welche in (I) nicht vorkommen. Dies vorausgesetzt, sagt man bekanntlich von einer durch p nicht theilbaren Zahl q, sie sei quadratischer Rest oder Nichtrest von p, je nachdem der Rest, den q bei der Division durch p läfst, zu (I) oder zu (II) gehört, und man beweist ohne Schwierigkeit, dafs je nachdem der erste oder der zweite Fall Statt findet, die Reste von $1^2 q, 2^2 q, 3^2 q, \ldots \left(\frac{p-1}{2}\right)^2 q$, wenn man von der Ordnung absieht, mit (I) oder (II) zusammenfallen (*).

(*) Disquisitiones arithmeticae. Sect. IV.

Man betrachte die Summe

$$M = \sum_{s=0}^{s=p-1} e^{s^2 \frac{2q\pi}{p}\sqrt{-1}},$$

wo e wie gewöhnlich die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet. Trennt man das Glied, welches $s = 0$ entspricht, von den übrigen, und vereinigt diese paarweise mit Berücksichtigung der evidenten Gleichung

$$e^{s^2 \frac{2q\pi}{p}\sqrt{-1}} = e^{(p-s)^2 \frac{2q\pi}{p}\sqrt{-1}},$$

so kommt

$$M = 1 + 2 \sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{s^2 \frac{2q\pi}{p}\sqrt{-1}}$$

oder wenn man statt der Zahlen $1^2 q$, $2^2 q$, ... $\left(\frac{p-1}{2}\right)^2 q$, die Reste setzt, welche sie bei der Division durch p lassen, welche Veränderung keine andere Folge hat als die, dafs man im Exponenten Vielfache von $2\pi\sqrt{-1}$ wegläfst, so erhält man

$$M = 1 + 2 \sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{a_s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}}, \quad \text{oder} \quad M = 1 + 2 \sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{b_s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}},$$

je nachdem nämlich q quadratischer Rest oder Nichtrest von p ist. Da offenbar

$$\sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{a_s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}} + \sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{b_s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}} = \sum_{s=1}^{s=p-1} e^{s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}} = -1,$$

so läfst sich die im letztern Falle Statt findende Gleichung auch so schreiben

$$M = -1 - 2 \sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{a_s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}}.$$

Beide Fälle sind daher in der Gleichung

$$\sum_{s=0}^{s=p-1} e^{s^2 \frac{2q\pi}{p}\sqrt{-1}} = \delta\left(1 + 2 \sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{a_s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}}\right)$$

vereinigt, wenn man unter δ die positiv oder negativ genommene Einheit versteht, je nachdem q quadratischer Rest oder Nichtrest von p ist. Die Gleichung gilt für jede nicht durch p theilbare Zahl q; um den von q unabhängigen, zwischen den Klammern enthaltenen Ausdruck zu erhalten, setze man $q = 1$; es ist alsdann $\delta = 1$, und folglich

$$\sum_{s=0}^{s=p-1} e^{s^2 \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}} = 1 + 2\sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{a_s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}}.$$

Der Werth der ersten Seite ergiebt sich sogleich aus den Ausdrücken des vorigen §. und ist, da p ungerade, $\sqrt{p}$ oder $\sqrt{p}\sqrt{-1}$, je nachdem p die Form $4\mu+1$ oder die Form $4\mu+3$ hat. Beide Werthe sind in dem Ausdrucke $\sqrt{p}\,(\sqrt{-1})^{\left(\frac{p-1}{2}\right)^2}$ enthalten, und es ist also

$$1 + 2\sum_{s=1}^{s=\frac{p-1}{2}} e^{a_s \frac{2\pi}{p}\sqrt{-1}} = \sqrt{p}\,(\sqrt{-1})^{\left(\frac{p-1}{2}\right)^2}.$$

Die obige Gleichung wird so

$$\sum_{s=0}^{s=p-1} e^{s^2 \frac{2q\pi}{p}\sqrt{-1}} = \delta\sqrt{p}\,(\sqrt{-1})^{\left(\frac{p-1}{2}\right)^2}.$$

Nimmt man jetzt an, q sei ebenfalls eine ungerade Primzahl, so erhält man durch eine blofse Vertauschung

$$\sum_{t=0}^{t=q-1} e^{t^2 \frac{2p\pi}{q}\sqrt{-1}} = \varepsilon\sqrt{q}\,(\sqrt{-1})^{\left(\frac{q-1}{2}\right)^2},$$

wo $\varepsilon = +1$ oder -1, je nachdem p quadratischer Rest oder Nichtrest von q ist. Werden beide Gleichungen in einander multiplicirt, so kommt

$$\sum_{t=0}^{t=q-1}\sum_{s=0}^{s=p-1} e^{(q^2s^2+p^2t^2)\frac{2\pi}{pq}\sqrt{-1}} = \delta\varepsilon\sqrt{pq}\,(\sqrt{-1})^{\left(\frac{p-1}{2}\right)^2+\left(\frac{q-1}{2}\right)^2},$$

oder was ganz dasselbe ist, indem man $4st\pi\sqrt{-1}$ zum Exponenten von e addirt,

$$\sum_{t=0}^{t=q-1}\sum_{s=0}^{s=p-1} e^{(qs+pt)^2\frac{2\pi}{pq}\sqrt{-1}} = \delta\varepsilon\sqrt{pq}\,(\sqrt{-1})^{\left(\frac{p-1}{2}\right)^2+\left(\frac{q-1}{2}\right)^2}.$$

Der Ausdruck $qs+pt$ läfst offenbar bei der Division durch pq innerhalb der Summationsgrenzen nicht zweimal denselben Rest; wären nämlich die Reste, welche $qs+pt$ und $qs'+pt'$ entsprechen, einander gleich, so wäre $q(s-s')+p(t-t')$ durch pq und folglich, da p und q von einander verschiedene Primzahlen bezeichnen, $s-s'$ durch p, und $t-t'$ durch q theilbar, was wegen der Grenzen, in welche s, s', so wie t, t' eingeschlossen sind, nur Statt finden kann, wenn zugleich $s=s'$ und $t=t'$ ist. Die Reste von $qs+pt$ in Bezug auf den Divisor pq sind also $0, 1, 2, 3, \ldots, pq-1$, und man kann diese Reste an die Stelle der Werthe setzen, welche $qs+pt$ bei der doppelten

Summation successive annimmt, indem durch diese Veränderung blofs Vielfache von $2\pi\sqrt{-1}$ im Exponent weggeworfen werden. Man erhält so

$$\sum_{s=0}^{s=pq-1} e^{s^2 \frac{2\pi}{pq}\sqrt{-1}} = \delta\varepsilon \sqrt{pq}\, (\sqrt{-1})^{\left(\frac{p-1}{2}\right)^2 + \left(\frac{q-1}{2}\right)^2},$$

oder wenn man für die erste Seite ihren aus dem vorigen §. sich ergebenden Werth $\sqrt{pq}\,(\sqrt{-1})^{\left(\frac{pq-1}{2}\right)^2}$ setzt und den gemeinschaftlichen Faktor $\sqrt{pq}$ wegläfst,

$$\delta\varepsilon = (\sqrt{-1})^{\left(\frac{pq-1}{2}\right)^2 - \left(\frac{p-1}{2}\right)^2 - \left(\frac{q-1}{2}\right)^2}.$$

Der Exponent läfst sich in die Form

$$\tfrac{1}{2}(p-1)(q-1) + (p-1)(q-1)\left(\frac{(p+1)}{2}\,\frac{(q+1)}{2} - 1\right)$$

bringen, wo der zweite Theil als durch 4 theilbar weggelassen werden kann. Es ist also

$$\delta\varepsilon = (-1)^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}}.$$

Diese Gleichung enthält das oben erwähnte Reciprocitätsgesetz; denn es folgt aus derselben, dafs wenn p und q beide die Form $4\mu+3$ haben, $\delta = -\varepsilon$, in allen andern Fällen aber $\delta = \varepsilon$ ist.



Druckfehler.

Pag. 29. Zeile 12 von unten statt: s lies: s'.
- - - 11 - - statt: s' lies: s.
- 49. - 7 - - statt: $\sin(\phi + \phi'')$ lies: $\sin(\phi' + \phi'')$.
- 148. - 13 und 14 von oben statt: i', k', i'', k'' lies: $i_,$, $k_,$, $i_{,,}$, $k_{,,}$.
- 149. ist überall, ausgenommen in der letzten Zeile statt: i', k', i'', k'' zu lesen: $i_,$, $k_,$, $i_{,,}$, $k_{,,}$.
- 153. Zeile 17 von unten statt: k' lies: $k_,$.
- 153. - 11 - - statt: i' lies: $i_,$.

Historisch - philosophische
Abhandlungen
der
Königlichen
Akademie der Wissenschaften
zu Berlin.

Aus dem Jahre
1835.

Berlin.
Gedruckt in der Druckerei der Königl. Akademie
der Wissenschaften.
1837.

In Commission bei F. Dümmler.



Inhalt.

Geschichte der Sultane aus dem Geschlechte Bujeh nach Mirchond.

Von

H[rn.] WILKEN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 12. März 1835.]

Die Geschichte der Dynastie Bujeh oder der Dilemitischen Sultane findet sich in den bisher gedruckten morgenländischen Chroniken sehr unvollständig berichtet, und ist daher auch in neuern Bearbeitungen der morgenländischen Geschichte theils mangelhaft theils unrichtig dargestellt worden. Die Geschichte dieser Dynastie ist jedoch sehr merkwürdig deswegen, weil es den Bujiden gelang, der in ihrer Grundlage freilich schon längst untergrabenen weltlichen Gewalt des arabischen Chalifen ein Ende zu machen und das zuvor geistliche und weltliche Oberhaupt des von dem Propheten Mohammed und dessen nächsten Nachfolgern gegründeten arabischen Reiches auf das Oberpriesterthum zu beschränken.

Ebu Schedschâ Bujeh, der erste dieses Geschlechts, welcher von den Geschichtschreibern nahmhaft gemacht wird, und der Stammvater der nach ihm genannten Dynastie, war der Anführer einer kriegerischen Horde, welche sich wenigstens zum Theil aus Bewohnern des unter dem Namen Dilem bekannten Gebirgslandes an der südlichen Küste des caspischen Meeres gebildet hatte. Diese Dilemiten traten in gleicher Weise wie schon seit längrer Zeit türkische Horden, in die Dienste der in den östlichen Provinzen des Chalifats unabhängig gewordenen ehemaligen Statthalter, um in deren Kriegen wider einander Sold zu verdienen und durch Beute sich zu bereichern; und der Byzantinische Geschichtschreiber Cedrenus erwähnt ihrer unter dem Namen *Λιμυῖται* (was Golius nach Agathias in *Διλιμυῖται* zu verbessern räth) als Waffengefährten des Seldschuken Togrulbek, des Zerstörers der Herrschaft

der Dilemitischen Sultane, den er Ταγγρολίπηξ nennt. ([1]) Die Bewohner jenes Landes, welches an der südlichen Gränze der Provinz Gilân liegt, und diese Provinz, zu welcher es sehr oft als ein Theil derselben gerechnet wird, von Mâsenderân trennt, werden schon von Prokopius ([2]) unter dem Namen Δολομῖται und von Agathias ([3]) unter dem Namen Διλιμνῖται als ein sehr kriegerisches Volk geschildert, welches obgleich innerhalb der Gränzen des Persischen Reichs wohnend, dennoch begünstigt durch die steilen und unzugänglichen Gebirge seines Landes seine Unabhängigkeit behauptete, dem persischen Könige jedoch in Kriegen für Sold und gern Hülfe leistete, und wenn auch nur zu Fufse streitend und mit Schwertern, Dolchen, Schilden und Wurfspiefsen bewaffnet, gleichwohl von den Persern als ein sehr wichtiger Theil ihrer Kriegsmacht angesehen wurde, auch wegen seines leichten und behenden Körperbaues und der Übung im Erklettern steiler Höhen als leichte Miliz ausgezeichnete Dienste leistete. Den Arabern, welche ebenfalls über dieses Gebirgsvolk nicht mit aller Willkühr gebieten konnten, waren die Bewohner von Dilem wegen der Räubereien, durch welche sie den benachbarten Provinzen höchst lästig wurden, um so furchtbarer, als es unmöglich war, die Dilemitischen Räuber in die Schlupfwinkel, welche ihr steiles Gebirgsland ihnen darbot, zu verfolgen, und der Name Dilem wurde daher in der Arabischen Sprache mit der Vocalisirung Dailem (دَيْلَمٌ) ein gewöhnlicher Ausdruck für Räuber oder Feinde, ja selbst für Mifsgeschick und Unglück.

Ebu Schedschâ, obwohl er Anführer von Dilemiten war, gehörte keinesweges diesem streitbaren Volke an; und die morgenländischen Geschichtschreiber sind, wie Mirchond im ersten Capitel seiner Geschichte der Dilemitischen Sultane anführt, nicht darüber im Klaren, in welcher Beziehung Ebu Schedschâ und dessen Nachfolger Dilemiten genannt werden; sie schwanken zwischen der Ableitung jenes Namens von Dilem, einem angeblichen Vorfahren des Ebu Schedschâ, und der Erklärung des Beinamens Dilemi von dem Aufenthalte des Ebu Schedschâ und seiner Vorfahren unter den Dilemiten. Wenn auch die behauptete Abstammung des Geschlechtes

---

([1]) *Cedrenus ed. Paris.* p. 771. *Golius ad Alferganum* p. 205.

([2]) *De bello Gothico* IV. 14.

([3]) *Historiar.* IV. 17. 18.

Bujeh von den alten vorislamischen persischen Königen namentlich von Behrâm gur, dem vierzehnten Könige der Dynastie der Sassaniden, eine Erfindung schmeichlerischer Zeitgenossen der mächtigen Sultane aus jenem Geschlechte zu sein scheint, so berechtigt sie uns doch wohl, mit Berücksichtigung der von dem Geschichtschreiber Ebu Ali Meskujeh mitgetheilten und von Mirchond (Cap. I.) erwähnten Nachricht, die Abstammung des Ebu Schedschâ aus einem angesehenen persischen Geschlechte, welches nach der Zerstörung des persischen Reiches durch die Araber nach der Provinz Gilân ausgewandert und später zum Islam übergetreten war, für wahrscheinlich zu halten. ([1]) Dafs die Bujiden nicht blofs zu Schirâs und Bagdâd als ein ursprünglich persisches Geschlecht betrachtet wurden, geht aus einer Nachricht des Cedrenus hervor, welcher den Enkel des Ebu Schedschâ Bujeh, den Emir Bechthiâr, indem er ihn Ἴναϱγος nennt, als einen Mann von vornehmer persischer Abkunft bezeichnet und berichtet, dafs derselbe das ganze Geschlecht der Achämeniden (*τὸ γένος τῶν Ἀχαιμενιδῶν ἅπαν*) bewaffnet habe, um die Perser von der Botmäfsigkeit der Araber zu befreien. ([2])

Wie es auch mit der persischen Abstammung des Ebu Schedschâ Bujeh beschaffen sein mag, so ist soviel sicher, dafs dieser Hordenführer zugleich mit drei andern, welche eben so wie er ihre Abstammung von alten königlichen Geschlechtern herleiteten, den Verfall der Herrschaft der Samaniden, die bis dahin nicht blofs in Bochârâ und Samarkand geherrscht, sondern ihre Gewalt auch über Chorâsân, Tabaristhân und andere am kaspischen Meere gelegene Provinzen ausgedehnt hatten, benutzte, um in den von Bochârâ, dem Sitze der Samaniden, entfernten Provinzen eine unab-

---

([1]) Die Abstammung des Ebu Schedschâ von den Sassaniden wird von Ibn Challikân in der Lebensbeschreibung des Moiss eddewleh also angegeben:

ابو شجاع بويه بن فنا خسرو بن تمام بن كوهى بن شيرزيل الاصغر بن شيركوه بن شيرزيل الاكبر بن شيرانشاه بن شيرفنه بن سيسان شاه بن سيس فرو بن شيرزيل بن سيسان بن بهرام جور الملك ابن يزدجرد بن هرمز كرمان شاه بن شابور الملك بن شابور ذى الاكتاف وبقية النسب معروف فى ملوك بنى ساسان ✿

Die Richtigkeit eines Theils der obigen Namen wage ich um so weniger zu vertreten, als die beiden von mir benutzten Handschriften des Ibn Challikân sie ohne diakritische Punkte geben. Dafs diese Genealogie erst dann erfunden worden sei, als die Bujiden mächtige Fürsten geworden waren, deutet Ebulfedâ an (*Ann. Mosl.* T. II. p. 374.).

([2]) *Cedrenus ed. Paris.* p. 696. Vgl. histor. Anmerk. 44.

hängige Herrschaft zu begründen. Ebu Schedschâ, welcher früher mit seinen Söhnen im Dienste der Samaniden, namentlich des dritten Fürsten dieser Dynastie, Nesr Ibn Ahmed, gestanden war, (1) leistete anfangs mit seinen beiden Waffengefährten Asfâr und Merdâwidsch dem Mâkân, als dieser in Tabaristhân sich unabhängig machte, nützliche Dienste; fiel aber zugleich mit ihnen ab, als sie sich wider Mâkân empörten, und war dem Merdâwidsch nicht nur behülflich die von Mâkân gegründete Herrschaft an sich zu bringen, sondern unterstützte ihn auch in seinen weitern Eroberungen, welche bis an die Gränzen von Fârsisthân sich erstreckten; und eroberte insbesondere für Merdâwidsch das an der nördlichen Gränze von Chusisthân gelegene Bergland Luristhân.

Dem Ebu Schedschâ gelang es zwar nicht, selbst eine unabhängige Herrschaft zu gründen; und er scheint, da seit der Einnahme von Karch in Chusisthân seiner nicht weiter gedacht wird, sehr bald nach dieser Eroberung sein Leben beschlossen zu haben. Glücklicher waren seine vier Söhne, welche den Sieg, den sie über Jâkuth, den Statthalter des Chalifen in Fârsisthân, gewannen, als dieser Statthalter es versuchte, die Herrschaft des Chalifen aufrecht zu erhalten, zur Gründung einer unabhängigen Herrschaft in Schirâs benutzten, und diese Herrschaft, da Merdâwidsch, der schon im Begriffe war, die Söhne des Bujeh in Schirâs zu bekriegen, ermordet wurde, nicht nur behaupteten, sondern durch die Eroberung des persischen Irâk, wozu Isfahân gehört, und der Länder Chusisthân und Kermân noch erweiterten, dergestalt, dafs die Nachfolger des Merdâwidsch oder die Fürsten der Dynastie, welche nach Siâd, dem Vater des Merdâwidsch, Beni Siâd genannt werden, mit der Herrschaft über die Landschaften Gilân und Dilem sich zu begnügen genöthigt wurden. Nach diesen Eroberungen kostete es dem Ahmed Moiss eddewleh, dem zweiten Sohne des Ebu Schedschâ Bujeh, keine bedeutende Anstrengung die schon auf Bagdâd und das arabische Irâk beschränkte weltliche Macht des Chalifen, (2) sich und seinem Geschlechte zuzueignen. Eben diese Länder, nehmlich Fârsisthân nebst Chusisthân, die

---

(1) S. die Äufserung des Imâd eddewleh bei Mirchond Cap. II.

(2) Vgl. die Schilderung der arabischen Chroniken von dem Zustande des Chalifats in den Jahren d. H. 324. und 325. in *Abulfedae Ann. mosl.* T. II. p. 398. und bei Elmacin p. 203.

beiden Irâks nebst Tabaristhân, endlich Kermân bildeten das Reich des Geschlechtes Bujeh; der Besitz von Mesopotamien oder dem Fürstenthum Mosul, welchen Moiss eddewleh und nach ihm Adhed eddewleh, der älteste der Enkel des Ebu Schedschâ und der ausgezeichnetste Fürst des Geschlechtes Bujeh, an sich brachten, so wie die Hoheit über Haleb und die arabische Landschaft Omân, welche dem Adhed eddewleh zugestanden wurde, scheinen nicht von langer Dauer gewesen zu sein.

Anlangend die Quellen, aus welchen Mirchond seine Geschichte der Dilemiten schöpfte, so bezieht er sich hin und wieder auf die Erzählung des Geschichtschreibers Sâbi, eines Zeitgenossen des Bujiden Adhed eddewleh, in dessen Chronik des Geschlechtes Bujeh (Cap. I. VI.), des Ebu Ali Meskujeh in dessen Tedschâreb el umemi (Cap. I.), [1] des Ibn elathir in dessen Kâmil etthewârich (Cap. I.) und des Verfassers des Thârich Kawâmi, wahrscheinlich einer Chronik des Bujiden Kawâm eddin Ebulfewâris (Cap. V.); und wenn die (Cap. V.) von Mirchond ohne nähere Bezeichnung erwähnten Chroniken nicht unter den eben genannten vier Werken begriffen sind, so hat unser Schriftsteller noch mehrere andere Chroniken zu Rathe gezogen. Dafs die Chronik des Ibn elathir sehr häufig von Mirchond in der Geschichte der Dilemiten benutzt worden ist, beweist die oft wörtliche Übereinstimmung mancher seiner Meldungen mit denen des Ebulfedâ, welcher bekanntlich ebenfalls einen beträchtlichen Theil seiner *Annales moslemici* aus dem Kâmil etthewârich entlehnt hat.

Obwohl die Darstellung des Mirchond in seiner Geschichte der Sultane aus dem Geschlechte Bujeh eben so wenig als in den übrigen Theilen seiner grofsen Compilation eine pragmatische ist, so ergeben sich dennoch aus derselben sehr deutlich die Ursachen der kurzen Dauer der Herrschaft der Bujiden, welche im J. 934 n. Chr. mit der Eroberung von Schirâs durch Imâd eddewleh, den Sohn des Ebu Schedschâ Bujeh, begann und schon am Ende des Jahrs 1054 nach einer Dauer von 120 Jahren durch den Seldschuken Togrulbek mit geringer Mühe vernichtet wurde. Ein Reich, welches durch Soldaten begründet war, konnte nur so lange bestehen, als das Oberhaupt desselben im Stande war durch sein Ansehen die Soldaten im Gehorsam und durch reichliche Belohnungen sich geneigt zu erhalten. Das

---

(1) Vgl. die historischen Anmerkungen 1 und 2.

Verhältnifs der Bujiden zu ihrem Heere war aber um so schwieriger, als dasselbe eben so wie die Truppen der Dilemitischen Dynastie der Beni Siâd ([1]) aus zwei ganz verschiedenen Völkern gesammelt war, Dilemiten und Türken, welche selten in gutem Vernehmen mit einander standen, vielmehr oft wider einander selbst die Waffen kehrten, wovon Mirchond mehrere Beispiele meldet. ([2]) Auf einen treuen Beistand der Unterthanen in den eroberten Provinzen, besonders im arabischen Irâk, konnten die Bujiden keinesweges mit Sicherheit rechnen, weil sie in Gilân und Dilem, wo die Zahl der Anhänger Ali's oder der Lehre der Schiiten seit längrer Zeit sehr bedeutend geworden war, ([3]) eine Vorliebe für die Sache jener Parthei gewonnen hatten, und es nicht verhehlten, dafs sie die Chalifen aus dem Hause Ummaijeh, welche den Ali und dessen Nachkommenschaft vom Chalifate verdrängt hatten, für unrechtmäfsige Usurpatoren hielten und als solche verabscheuten; wodurch sie einen beträchtlichen Theil ihrer Unterthanen sich entfremdeten. ([4]) Mirchond berichtet zwar, dafs Imâd eddewleh, als er Schirâs eroberte, die Plünderung der Stadt seinen Soldaten nicht gestattete, was ihm die Zuneigung der friedlichen Bewohner von Schirâs erwirken konnte; allein schon dieser Fürst gerieth in grofse Verlegenheit, als das Heer, da es seine Hoffnung auf eine ansehnliche Beute getäuscht sah, dafür Entschädigung forderte; und die Nachfolger jenes Fürsten erlaubten sich nicht selten, vielleicht dazu gezwungen durch die Ansprüche ihrer Soldaten, gewaltsame Erpressungen, welche die höchste Unzufriedenheit unter den Bewohnern der Provinzen hervorbrachten. Diese schwierigen Verhältnisse wurden dadurch

---

([1]) *Abulfedae Ann. mosl.* T. II. p. 390.

([2]) Vgl. Cap. VI. XVI. XVII. *Abulfed. Ann. mosl. ad a.* 379, l. c. p. 566.

([3]) Vgl. H. F. v. Diez Geschichte der Dilemiten in dessen Buche des Kabus (Berlin 1811. 8.) S. 48. folg.

([4]) Wie sehr Moiss eddewleh, der erste Emir el umerâ aus dem Geschlechte Bujeh, die Schiiten begünstigte, berichtet Mirchond Cap. IV. am Ende. Noch deutlicher sind die Nachrichten darüber in *Abulfedae Ann. mosl.* T. II. p. 478. 480 zu den Jahren 351 und 352, und zum Jahre 395 ibid. p. 612.; und die Chronik des Heider meldet: „Im Schabân des Jahrs 368 schrieb der Alidische Chalife Elasis Billah aus Ägypten an Adhed eddewleh einen Brief, welcher Versicherungen der Freundschaft und Zuneigung enthielt, und Adhed eddewleh beantwortete diesen Brief durch ein sehr freundliches Schreiben. Überhaupt bestand zwischen beiden feste Freundschaft und Eintracht."

noch sehr verschlimmert, dafs die verschiedenen Fürstenthümer, in welche die Herrschaft der Bujiden zerfiel, nur in einer sehr lockern Verbindung mit einander standen und keine geregelte Oberherrschaft in dem Reiche der Nachkommen des Ebu Schedschâ bestand. Imâd eddewleh wurde zwar als Oberherr von seinem Bruder Rukn eddewleh anerkannt, und Moiss eddewleh, der dritte Bruder, eroberte im Auftrage des ältesten Bruders Chusisthân und Kermân; ob aber Moiss eddewleh, nachdem er Emir elumerâ in Bagdâd geworden war, die Hoheit des Imâd eddewleh, und nach dem Tode desselben die Hoheit des Rukn eddewleh unbedingt anerkannte, ist sehr zweifehlhaft. ([1]) Adhed eddewleh erstritt sich die Oberherrschaft über seine Verwandte mit den Waffen, und auch nach seinem Tode hing es lediglich vom Waffenglücke ab, ob und wie lange ein Fürst der Bujiden als Oberherr von seinen Verwandten anerkannt wurde. Dafs in der Familie der Bujiden weder Erstgeburt noch Seniorat eine Oberherrschaft begründeten, sieht man aus dem Rathe, welchen nach Mirchond (Cap. VI.) der oberste Emir Moiss eddewleh seinem Sohne Bechthiâr ertheilte, des Friedens wegen und zu seinem eignen Besten sich seinem Oheime Rukn eddewleh und dessen Sohne Adhed eddewleh unterzuordnen. Ein solches schwankendes Verhältnifs war bei den stets wiederkehrenden und oftmals geänderten Theilungen des Reichs der Bujiden die unversiegbare Quelle innerer Familienstreitigkeiten und blutiger Bruderkriege, deren Folge keine andere sein konnte, als die Vernichtung des Reichs der Bujiden, welche um so schneller eintrat, als nach Adhed eddewleh aus diesem Geschlechte kein ausgezeichneter Fürst mehr hervorging. Unter solchen Umständen durfte der Seldschuke Togrulbek, welcher in Dschordschân, Tabaristhân und Chârism ein Reich gegründet hatte, den Unterthanen der Bujiden nur sich zeigen, um von ihnen als Herr anerkannt zu werden, wiewohl das Reich, welches Togrulbek stiftete, nicht besser eingerichtet wurde, als es die Herrschaft der Bujiden gewesen war.

([1]) Ebulfedâ sagt zwar (*Ann. mosl.* T. II. p. 454.): „Imâd eddewleh war, so lange er lebte, Emir el umerâ, nach seinem Tode wurde Rukn eddewleh Emir el umerâ, und Moiss eddewleh, welcher in Irâk regierte, war *wie der* Stellvertreter (kannâjib) von ihnen beiden"; allein selbst diese Weise des Ausdrucks stellt das Verhältnifs des Moiss eddewleh zu den älteren Brüdern als ein sehr unbestimmtes dar. Äufsere Beweise der Ehrerbietung (vgl. historische Anmerkung 31.) waren in der Hauptsache nicht entscheidend.

Die Erzählung des Mirchond stellt uns zwar die inneren Verhältnisse des Reichs der Bujiden viel deutlicher dar, als die abgerissenen und unvollständigen Meldungen des Elmacin, des Ebulfedâ und des Ebulferedsch; gleichwohl wird durch die unbequeme und unzweckmäfsige Anordnung der Erzählung die Übersicht der verwickelten Geschichte der Bujiden auch in der Darstellung des Mirchond überaus erschwert; und ich halte es daher für zweckmäfsig, eine Übersicht der Fürsten jenes Geschlechts und der unter ihnen Statt gefundenen Theilungen nach der Erzählung des Mirchond zusammenzustellen und durch die beigelegte Geschlechtstafel zu erläutern.

1) Nachdem Imâd eddewleh (im J. d. H. 322, Chr. 934) in Fârs ein Bujidisches Fürstenthum gegründet hatte, so eroberten in dessen Auftrage seine jüngern Brüder Rukn eddewleh das persische Irâk (Cap. II.) und Moiss eddewleh Chusisthân und Kermân (Cap. II. IV.). Der letztere wurde im J. d. H. 334 (Chr. 945 oder 946) oberster Emir zu Bagdâd (Cap. II. IV.).

2) Als nach dem Tode des Imâd eddewleh im Jahre d. H. 338 (Chr. 949) Rukn eddewleh das Land Fârsisthân und die übrigen Länder seines verstorbenen Bruders in Besitz nahm (Cap. III.), so entstanden zwei von einander getrennte regierende Linien der Bujiden, die Linie des Rukn eddewleh in Fârs, und die des Moiss eddewleh in Bagdâd. Die letztere, welche wenigstens unter Moiss eddewleh einige Zeit auch im Besitze von Ahvâs oder Chusisthân war, erlosch schon im Jahre d. H. 367 Chr. 978 (Cap. VI.) mit Bechthiâr, dem Sohne des Moiss eddewleh, welcher im J. d. H. 356 (Chr. 967) seinem Vater nachgefolgt war (Cap. IV.), und mit den sechs Söhnen des Bechthiâr, welche nicht zur wirklichen Regierung gelangten (Cap. X. XI.).

3) Rukn eddewleh theilte in seiner letzten Krankheit im Jahre d. H. 366 Chr. 976 oder 977 die Länder der Bujiden (Cap. III.), indem er seinem ältesten Sohne Adhed eddewleh die ihm von dem Oheime Imâd eddewleh schon überlassene Provinz Fârs (Cap. II.) bestätigte und aufser ihr noch Kermân, Chusisthân oder Ahvâs und das Land bis nach Bagdâd überwies, dem zweiten Sohn Fachr eddewleh Hamdân, das Bergland oder Irâk adschemi, Rei und Tabaristhân zutheilte, und den dritten Sohn Mujid eddewleh zum Statthalter von Isfahân und der dazu gehörigen Provinz ernannte. Früherhin hatte er für seine Lebenszeit den Besitz der Städte Rei und Isfahân (wahrscheinlich mit den dazu gehörigen Provinzen) sich vorbehalten (Cap. V.). Jene Anordnung blieb jedoch ohne Wirkung, weil nach dem Tode des Rukn

eddewleh (im Sept. 976) unter den Söhnen desselben Streitigkeiten ausbrachen, und Fachr eddewleh, welcher sich der Hoheit des ältesten Bruders Adhed eddewleh widersetzte, mit Zustimmung des letztern seines Antheils von seinem Bruder Mujid eddewleh beraubt wurde (Cap. VII.), und erst nach dem kinderlosen Absterben des Mujid eddewleh im Jahre d. H. 373 Chr. 983 oder 984 zum Besitze von Rei, Tabaristhân und Dschordschân gelangte (Cap. VII. VIII.).

4) In solcher Weise theilten sich die Söhne des Rukn eddewleh in zwei Linien, während noch als dritte Linie die Dynastie von Bagdâd unter Moiss eddin und nach ihm unter dessen Sohne Bechthiâr bestand. So wie die Linie von Bagdâd schon mit Bechthiâr im Jahre d. H. 367 Chr. 977. 978 (Cap. VI.) und dessen Söhnen (Cap. X. XI.) erlosch, so endigte sich die Nachkommenschaft des Fachr eddewleh († im J. d. H. 387 Chr. 997), mit dessen Sohne Medschd eddewleh, welcher im Jahre d. H. 420 (Chr. 1029) in die Gefangenschaft des Sultans Mahmud von Gasneh gerieth (Cap. XII.). Diese Erlöschung der Nachkommenschaft des Fachr eddewleh ereignete sich jedoch erst nach dem Tode des Adhed eddewleh und seiner Söhne, und selbst erst nach dem Tode von mehreren seiner Enkel, welche also nur über einen Theil des Reichs der Bujiden herrschten, so dafs nach dem Tode des Bechthiâr, dessen Länder dem Adhed eddewleh zugefallen waren, die Linie des Fachr eddewleh noch 53 Jahre gleichzeitig mit Adhed eddewleh und dessen Söhnen und Enkeln sich behauptete.

5) Nach dem Tode des Adhed eddewleh im Jahre d. H. 372 (Chr. 983) wurden dessen Besitzungen wiederum getheilt. Samsâm eddewleh, der älteste Sohn des Adhed eddewleh setzte sich in den Besitz der Herrschaft über Bagdâd; Behâ eddewleh, der zweite Sohn, wurde in dem Erbfolgestreite Gefangener des Samsâm eddewleh; und Scherf eddewleh, der dritte Sohn, bemächtigte sich der Provinz Fârs und weigerte sich, die Hoheit des ältesten Bruders Samsâm eddewleh anzuerkennen. Der letztere gerieth selbst in die Gefangenschaft seines widerspenstigen Bruders, und erhielt seine Freiheit erst wieder nach dem Tode des Scherf eddewleh im Jahre d. H. 379 Chr. 989 oder 990; worauf er mit seinem (nicht lange vor der Gefangennehmung des Samsâm eddewleh befreiten) Bruder Behâ eddewleh eine Theilung verabredete, demselben Chusisthân und das arabische Irâk' überliefs, und die Provinzen Fârs und Ardschân (d. i. den an Fârs gränzenden südlichen

Theil von Chusisthân) für sich behielt. Schon im folgenden Jahre d. H. 380 wurde Samsâm eddewleh ermordet und Behâ eddewleh vereinigte wieder die ganze Erbschaft des Adhed eddewleh (Cap. IX.).

6) Nach dem Tode des Behâ eddewleh im Jahre d. H. 403 Chr. 1012 oder 1013 trat eine neue Theilung ein, indem die Söhne desselben nach längern Streitigkeiten die väterliche Herrschaft in folgender Weise theilten: Sultân eddewleh erhielt die Provinz Fârs, Muschrif eddewleh wurde oberster Emir zu Bagdâd, Ebulfewâris behauptete sich in Kermân, und dem Dschelâl eddewleh wurde das Fürstenthum Basrah überlassen (Cap. XIII.). Späterhin wurde diese Theilung nach einem Kriege also abgeändert, dafs Muschrif eddewleh im Besitze von Irâk blieb, und dem Sultân eddewleh die Regierung in Fârs und Kermân überlassen wurde (Cap. XIV.).

7) Nach dem Tode des Sultân eddewleh im Jahre d. H. 415 Chr. 1024. 1025 behauptete dessen Sohn Ebu Kâlendschâr zwar anfangs den Besitz von Fârs gegen die Angriffe seines Oheims Ebulfewâris, trat aber dennoch diese Provinz an seinen Oheim ab und begnügte sich mit der Provinz Ahvâs oder Chusisthân; bald hernach aber, als eine günstige Gelegenheit sich darbot, vertrieb Ebu Kâlendschâr den Ebulfewâris wieder aus Fârsisthân (Cap. XV.), und vereinigte nach dem Tode des letztern (im Jahre 419 Chr. 1028) mit dem Besitze jener Provinz auch noch die Herrschaft über Kermân (Cap. XVII). Der Antheil des Muschrif eddewleh fiel nach dessen Tode im Jahre d. H. 416 Chr. 1025 an Dschelâl eddewleh, Fürsten von Basrah (Cap. XVI.); und nach dem Tode des letztern im Jahre d. H. 435 Chr. 1044 wurde in Irâk, also auch zu Bagdâd, Ebu Kâlendschâr als oberster Emir anerkannt, dergestalt, dafs er das ganze Reich der Bujiden mit Ausnahme der Provinzen, welche der Sultan Mahmud von Gasneh und der Seldschuke Togrulbek an sich gerissen hatten, unter seiner Herrschaft vereinigte (Cap. XVII.).

8) Nach dem Tode des Ebu Kâlendschâr im Jahre d. H. 440 Chr. 1048. 1049 stritten dessen Söhne Melik rahim und Ebu Mansur Fulâd Suthun noch um das väterliche Erbe, als Togrulbek im Monate Ramadan des Jahrs 447 (December 1056) der Herrschaft des Melik rahim zu Bagdâd und überhaupt der Herrschaft des Geschlechtes Bujeh ein Ende machte (Cap. XVIII.); worauf, wie Mirchond in den beiden letzten Capiteln seiner Geschichte der Dilemiten (Cap. XIX. XX.) berichtet, mit den Brüdern des Melik rahim die Reihe der Fürsten aus dem Hause Bujeh sich schlofs und

mit Ebu Ali Kaichusrew erst im Jahre d. H. 487 Chr. 1094 dieses Geschlecht gänzlich erlosch.

Der persische Text der nachfolgenden Geschichte der Dilemiten ist nach drei Handschriften, welche die hiesige Königliche Bibliothek besitzt, festgestellt worden. Die mit D und E in den Angaben der Varianten bezeichneten Handschriften sind bereits in der Vorrede zu Mirchond's Geschichte der Gasneviden von mir beschrieben worden; das mit G bezeichnete Manuscript ist eben so als die Handschrift E im Jahre 1829 in London aus einer von Herrn John Murray hinterlassenen Sammlung orientalischer Handschriften erworben worden, und enthält in drei Grofsfoliobänden den ersten, vierten und fünften Theil der روضة الصفا des Mirchond.

Was die deutsche Übersetzung des persischen Textes betrifft, so habe ich mich bemüht, den Sinn und so viel es möglich war auch die Worte des persischen Schriftstellers treulich darzustellen; sollten einzelne Redensarten nicht ganz richtig von mir aufgefafst worden sein, so wird die Schwierigkeit der Übertragung morgenländischer Texte in abendländische Sprachen bei billigen Beurtheilern mir zur Entschuldigung dienen, jede gegründete Belehrung aber mir willkommen sein. Ganz tadelfreie Übersetzungen morgenländischer Schriftsteller sind bis jetzt noch nicht geliefert worden.

Die beigefügten historischen Anmerkungen werden, wie ich hoffe, nicht als eine überflüssige Zugabe betrachtet werden.

Geschlechtstafel der Bujiden nach Mirchond.

Ebu Schedschâ Bujeh

Imâd eddewleh Ali † d. H. 338 nach Chr. Geb. 949

Rukn eddewleh Ebu Ali Hassan † 366 Chr. 976

Ebulhossein Ahmed Moiss eddewleh der erste Emir elumerâ zu Bagdâd seit 334 Chr. 945. 946. † 356 Chr. 967

Iss eddewleh Ebu Mansur Bechthiâr, hingerichtet im J. 367 Chr. 977. 978

Ebu Nesr (Mersbân) getödtet im J. 391 Chr. 1000 oder 1001 und fünf andre nicht genannte Söhne.

Ebu Schedschâ Adhed eddewleh Thâdsch eddewleh Fennâ Chusrew geb. 324 Chr. 935. 936 † 372 Chr. 983

Fachr eddewleh † 387 Chr. 997 (Gemalin Saideh † 420 Chr. 1029)

Rusthem Medschd eddewleh, seit 420 Chr. 1029 Gefangener des Sultans Mahmud von Gasneh.

Schems eddewleh

Mujid eddewleh † 373 Chr. 983 oder 984

Ebulabbâs (?) Chusrew Firûs

Samsâm eddewleh † 388 Chr. 998

Ebu Nesr Behâ eddewleh [Chârschâds] † 403 Chr. 1012

Scherf eddewleh Ebulfewâris Schirsil † 379 Chr. 989. 990

Ebu Ali Kurreth alain Melik

Ebulhossein (Ebulhassan) Ahmed

Ebu Tâhir Firûsschâh

Ebu Schedschâ Sultân eddewleh † 415 Chr. 1025

Firûs Ebu Kâlendschâr Mersbân Iss elmolûk † 440 Chr. 1048

Ebu Tâhir Dschelâl eddewleh Melik elmolûk † 435 Chr. 1044

Melik Asis Ebu Mansur (oder Ebulasis Mansur) † 441 Chr. 1049. 1050

Ebu Ali Hassan Muschrif eddewleh Schâhinschâh † 416 Chr. 1025

Kawâm eddin Ebulfewâris † 419 Chr. 1028

Chusrew Firûs Melik rahim wurde im Jahre 447 (Dec. 1056) des Emirats zu Bagdâd durch den Seldschuken Togrulbek entsetzt und † in der Gefangenschaft im J. 450 Chr. 1058.

Ebu Tâhir

Ebu Mansûr Fulâd Suthun wurde im Jahre 448 Chr. 1056 von dem Empörer Feslujeh gefangen genommen und starb in der Gefangenschaft.

Ebu Said

Ebu Ali Kaichusrew † 487 Chr. 1094 der letzte seines Geschlechts.

I. Persischer Text des Mirchond.

گفتار در احوال آل بویه که ایشانرا سلاطین دیالمه خوانند

ا

صابی (1) در کتاب تاجی (2) آورده است که نسب (3) بویه ببهرام گور منتهی میشود ونام آبا واجداد اورا تا بهرام ثبت نموده بعضی (4) از دیالمه گفته اند که بویه از نسل دیلم بن ضبه (5) است وابو علی مسکویه (6) در کتاب تجارب الامم آورده که زعم ملوک دیالمه آنست که ایشان از فرزندان یزدجرد بن شهریارند که آخر ملوک عجم بوده ودر بدایت ظهور اسلام بعضی از اولاد یزدجرد که ایشان نسب (7) خودرا بآنجماعت میرسانند گریخته بگیلان رفتند وهمانجا ساکن شدند وصاحب کامل التواریخ قول اول را (8) معتبر داشته آنرا از ابو نصر ماکولا روایت میکند ومیگوید که آل بویهرا (9) از دیالمه جهت آن شمرده اند که مدتهای مدید در میان ایشان اقامت نموده بودند (10) گوید (11) که ابو شجاع مردی بود متوسط الحال وسه پسر داشت علی وحسن واحمد وچون مادر این (12) پسران وفات یافت بویه از اندوه فوت زوجهٔ خویش نزدیک بآن رسید که هلاک گردد شهریار بن رستم دیلمی گوید که من با ابو شجاع دوست بودم نزد او رفتم وآن (13) مصیبت زدهرا بر کثرت اندوه ملامت کردم وگفتم (14) تو پیش ازین در احتمال شداید ومصایب مصابرت وتحمل مینمودی اکنون این همه فزع وجزع (15) چیست وظیفه آنکه صبررا شعار خود ساخته بر سلامتی فرزندان شکر کنی واگر عیاذا بالله یکی از ایشانرا واقعه پیش آید از مادر فرزندان فراموش کنی شهریار گوید (16) که ازین نوع کلمات با او در میان آورده بویهرا (17) تسلی (18) داده اورا (19) بوثاق خود

---

(1) D. صاحبی. (2) E. ناجی. (3) Für که نسب steht in D. ونسب. (4) D. und G. وبعضی. (5) D. حینه. (6) D. میگوید. G. مشکویه. (7) G. نسبت. (8) E. قول اورا. (9) D. بویه ohne را. (10) fehlt in E. کرده بودند D. (11) D. und G. گویند. (12) fehlt in D. (13) D. آن ohne و. (14) D. گفتم ohne و. (15) D. und G. جزع وفزع. (16) E. und G. گفت. (17) G. در میان نهادم وبویهرا. (18) E. تسلیه. (19) E. und G. دادم واورا.

بردم تا حزن وملالی (1) که دارد کمتر شود درین اثنا شخصی که دعوی علم نجوم
وتعبیر خواب میکردی (2) با ما ملاقات نمود وبویه با او گفت که در خواب چنان دیدم
که از سر قضیب من آتشی عظیم بیرون آمد وبر (3) بعضی از (4) بلدان تافته هر لحظه
ساطع‌تر میشد چنانچه روشنایی (5) آن بآسمان رسید وبعد از آن آن (6) آتش
منشعب بسه شعبه گشت وبلاد وعبادرا دیدم که پیش آن شعب خضوع وخشوع (7)
مینمودند منجم گفت این خوابی بس (8) غریبست ومرا تا (9) اسپ وجامه ندهی
تعبیر نکنم ابو شجاع بویه گفت بخدا سوکند که بغیر (10) این جامه که پوشیده ام
قادر نیستم اگر بتو دهم برهنه بمانم (11) منجم ده دینار طلبید وبویه (12) باز اظهار عجز
کرد منجم گفت ترا سه فرزند باشد که بر آن بلاد که از آن آتش روشن شد (13)
حاکم گردند وذکر ایشان در آفاق بلند شود (14) چنانچه آن آتش بلند گشت (15)
بویه گفت روا باشد که با من استهزا کنی من مرد فقیرم وفرزندان من اینان (16) که می
بینی بکدام استعداد اینها حاکم شوند منجم گفت اگر اوقات ولادت فرزندان معلوم (17)
داری باز نمای بویه تقریر کرد که هر یک از آنها در کدام ساعت متولد شده اند
ومنجم (18) بعد از احتیاط درجات طالع وتفحص اوتاد نظرات (19) کواکب دست پسر
بزرگتر اورا که عماد الدوله علی عبارت ازوی (20) است بوسه داد وگفت نخست سلطنت
باین فرزند تو رسد وبعد از آن دیگر برادرانش پادشاه شوند آنگاه دست معز الدوله
ورکن الدولهرا (21) نیز (22) ببوسید اولاد با پدر گفتند که حکیمرا (23) چیزی بده (24)
بویه در غضب شده گفت این مرد با شما تمسخر (25) میکند منجم گفت اگر این
زمان (26) سخن مرا اعتبار نمیکنید باری عهد کنید که چون بمراتب علیه رسید نسبت
بمن مراسم شفقت بجای آرید وابو (27) شجاع بویه ده درم بآن منجم داد وچون

---

(1) G. واندوهی. (2) D und G. کردی. (3) G. آمده بر. (4) fehlt in D. (5) G. روشنی. (6) Das zweite آن fehlt in E. (7) D. خشوع وخضوع. (8) D. بسی. (9) D. تا مرا ohne و. (10) D und G. بر غیر. (11) D und G. مانم. (12) D. طلبیده بویه G. طلبید بویه. (13) D. فرو شد وروشن گشت und zuvor هر statt بر. (14) D und G. گردد. (15) D und G. شد. (16) E. fügt اند hinzu, was überflüssig ist. (17) G. یاد. (18) D und G. منجم ohne و. (19) E und G. ونظرات. D. ohne و. (20) G. از دست. (21) D. رکن الدوله ومعز الدوله. (22) fehlt in D. so wie auch das vorhergehende آنگاه. (23) D. بمنجم. (24) E. ده. (25) D. استهزا. (26) این زمان fehlt in D und G. (27) D und G. ابو ohne و.

ماکان بن کاکی (1) بر طبرستان مستولی شد بویه در سلک خدام او منتظم گشت وپسرانش نیز با اسفار بن شیرویه ومرداویج بن زیاد (2) وبرادرش وشمکیر که (3) از تخم ارغش که بعهد کیخسرو پادشاهان گیلان بوده اند ملازمت ماکان میکردند تا اسفار بن شیرویه (4) بر ماکان بن کاکی خروج کرده اورا بگریزانید (5) وبر ملک دیلمان مستولی شد وچون بعد از یکسال ماکان (اسفار) (*) مقتول گشت مرداویج قایم مقام او شده رستمدار ومازندران وری وقزوین وابهر وزنجان وطارمین مستخلص گردانیده در استخلاص دیگر بلاد عراق سعی نمود ودر همدان قتل عام کرد چنانچه گویند که (6) دو هزار بند ابریشمین از شلوار مقتولان جدا ساختند ومرداویج علی بن بویه‌را با برادران بکرخ فرستاده خود عازم اصفهان گشت ومظفر بن یاقوت که از قبل مقتدر خلیفه در آن اوان حاکم اصفهان بود با مرداویج جنک کرده منهزم بفارس پیش پدر رفت ویاقوت با لشکرهای فارس متوجه مرداویج شد وبعد از محاربه یاقوت انهزام یافت ودرین اوقات علی بن بویه با برادران در لرستان بود ویاقوت بعد از هزیمت با دو هزار کس متوجه ایشان گشت واز حسن طالع آل بویه یکی آنکه چون یاقوت روی بدیشان آورد چند نفر از آل بویه (7) رو (8) گردان شده بیاقوت پیوستند ویاقوت فرمود تا همه‌را گرفته گردن زدند وباقی لشکر دیالمه دل بر مرگ نهاده در امر حرب سعی تمام نمودند دیگر آنکه در حین تسویهٔ صفوف یاقوت فرمان داد تا پیادگان پیش رفته آتش در قارورهای نفط زدند وبحسب اتفاق بادی صعب از پیش ایشان در وزیدن آمد (9) وآتش در جامهای پیادگان افتاده باز گشتند واز مراجعت ایشان سوارانرا دل از جای ودست از کار رفته عنان از معرکه بر تافتند ویاقوت بطرفی بیرون رفت وآل (10) بویه از اموال یاقوت ولشکریان او (11) بقوت شدند ومتوجه فارس شده عماد الدوله باتفاق برادران آن دیارا ضبط نموده علم اقبال ایشان ارتفاع یافت وبتسخیر دیگر بلاد پرداختند ✿

---

(1) Bei Elmacin (p. 191.) und Ebulfedâ (*Ann. mosl.* T. II. p. 374. und an andern Stellen) کالی.
(2) E. مرداونج بن زیان. Der Name مرداویج wird in D. hin und wieder auch مردایج geschrieben. (3) که fehlt in D und G. (4) E. fügt hinzu ومرداویج. (5) E. بگریزانیدند.
(*) S. histor. Anm. 7. (6) که fehlt in D und G. (7) Die Worte von یکی آنکه bis آل بویه fehlen in E. (8) E und G. روی. (9) D und G. آمده. (10) D. آل ohne و. (11) G. ولشکرش.

٢

ذکر سلطنت عماد الدوله علی بن بویه ☆

بعد از انهزام یاقوت عماد الدوله بشیراز رفته در سرای یاقوت نزول کرد وسپاهرا از غارت وتاراج منع فرموده متجنده طلب مرسومات خود کردند ودر خزانه چیزی نبود وعماد الدوله در خانهٔ یاقوت متفکر خبیده ناگاه (1) چشم او بر سقف خانه افتاده ماری دید که سر از سوراخ بیرون می آورد وباز پس میبرد (2) وعماد الدوله توهم نموده از آن موضع بیرون (3) آمد وفرمان داد تا سقف (4) آن خانهرا شکافته آن ماررا بکشند وچون خانهرا بشکافتند مبلغی کلی (5) نقد با نفایس امتعه از آنجا ظاهر شد عماد الدوله نقودرا بر لشکریان (6) قسمت نمود (7) وخیاطیرا طلب داشت تا از آن رخت جامهٔ چند بدوزد وچون خیاطرا نشانده (8) بر زبان عماد الدوله لفظ چوب کنر بگذشت خیاط کر بود پنداشت که چوب میطلبید (9) تا ازوی بضرب لت اقرار کشند گفت ای خداوند چه احتیاج بچوب است پیش از هفتده صندوق رخت از یاقوت پیش من نیست عماد الدوله بخندید وخواص در تعجب شدند وعماد الدوله اموال یاقوت متصرف شده بحکومت مشغول گشت ودرین اثنا مرداویج خواست که شیرازرا از عماد (10) الدوله انتزاع نماید اما اجل اورا (11) امان نداد چه هم در آن اوان (12) مرداویجرا غلامانش (13) در حمام بکشتند وچون این قضیه واقع شد عماد الدوله برادر خود رکن الدولهرا بضبط ولایت عراق فرستاد وبرادر دیگر خویش معز الدولهرا بکرمان روان کرده بعد (14) از تسخیر کرمان معز الدوله ببغداد رفته بر دولت خلیفه استیلا یافت ودر زمان سلطنت عماد الدوله برادرانش رکن الدوله ومعز الدوله (15) با معاندان محاربات نموده بسیاری از ولایات فتح کردند ودر اواخر شهور سنه سبع ثلثین وثلثمایه عماد الدوله مرضی پیدا کرد وآن (16) مرض مزمن شده رسولی (17) نزد رکن الدوله فرستاد که پسر بزرگتر خود عضد الدوله بفرست تا از قبل من در ولایت فارس بحکومت اشتغال نماید ورکن الدوله

---

(1) D. خوابیده بود که ناگاه. G. خفته بود که ناگاه. (2) E. بیرون آوردی ohne die folgenden Worte. (3) D. بدر. G. بدر آمده فرمان (4) fehlt in D und E. (5) fehlt in E. G. setzt für مبلغی کلی — مال از. (6) G. متجنده. (7) D. نموده. (8) D. خیاط بیامد. G. نشاندند. (9) D. میطلبد. G. میطلبند. (10) E. علا. (11) G. اجلش. (12) E. اثنا. (13) D. غلامان او. G. غلامان اورا. (14) D und G. کرد وبعد. (15) Die Wörter برادرانش und معز الدوله fehlen in E. (16) G. کرده آن. (17) D. رسول.

سه پسر داشت که هم سه‌را اغلبیت پادشاهی بود فی الجمله چون عضد الدوله بنواحی شیراز رسید (1) عماد الدوله مجموع اکابر واعالی فارس‌را باستقبال او فرستاد وچون نزدیکتر آمد خود نیز با ملازمان بعزم ملاقات برادر زاده از شهر بیرون رفت (2) وعضد الدوله‌را بسرای امارت فرود آورده بسر تخت نشاند وتمامت (3) اعیان واشراف مملکت‌را فرمود تا بسلطنت بروی سلام کردند وآنروز دیالمه جشنی عظیم ترتیب دادند (4) وچون عضد الدوله صاحب اختیار شد چند کس از امرای دیلم‌را که اثار (5) فتنه از ناصیهٔ ایشان ظاهر بود باشارت عم خود عماد الدوله بگرفت واز آنجمله شخصی بود که اورا شیرنجین میگفتند بعضی از خواص واعیان ملک در باب استخلاص او کلمهٔ چند معروض داشتند عماد الدوله گفت یک سخن ازوی نزد شما تقریر کنم بعد از آن بهر چه شما گوییید عمل نمایم آنگاه گفت در آن زمان که ما در خدمت نصر بن احمد بودیم با جمعی قلیل از دیالمه وزیاده از (6) ده هزار کس از خواص ومالیک نصر وپدرش ملازم او (7) بودند بغیر از لشکرهای اطراف من شیرنجین‌را دیدم که کاردی (8) تیز بی غلاف در مقداری کرباس پیچیده در ساق موزه نهاد ازوی پرسیدم که این چیست گفت میخواهم که این پسررا بکشم یعنی نصررا ازین سخن رعبی (9) بر خاطر من (10) مستولی شد ونخواستم که او پیش نصر بن احمد باشد وویرا از میان جمع بیرون آوردم ببهانهٔ آنکه مرا با تو سخنی است واو بکوشه برده جمعی از دیالمه‌را حاضر ساختم وبا ایشان صورت حال در میان نهادم آنجماعت گفتند که اگر ازوی مثل ازین حرکتی (11) صادر شود درین بلاد یک تن‌را از ما زنده نگذارند بعد از آن عماد الدوله فرمود که اکنون شما چه میگوییید من که ازوی این نوع (12) تهوری مشاهده کرده باشم توانم که اورا پیش برادر زادهٔ خود بگذارم شفعا خاموش شده دم در کشیدند (13) شیرنجین در حبس بود تا وفات یافت وعماد الدوله در سنه ثمان (14) وثلاثین وثلاثمایه ازین سرای سپنج ومنزل عنا ورنج رحلت کرد واو مردی حلیم وکریم (15) وخردمند وعادل (16)

---

(1) Die Worte von عضد الدوله bis رسید fehlen in E. (2) für بیرون رفت setzt G. روان شد. (3) E. تمام. (4) G. نمودند. (5) E. امارات. (6) E und G. بر. (7) D. در خدمت او. (8) D. کار. (9) G. setzt hinzu تمام. (10) fehlt in E. (11) D und G. حرکت. (12) D. شخصی که ازوی چنین. (13) Die Worte دم در کشیدند fehlen in E und G. (14) fehlt in E. (15) D. کریم وحلیم. G. کریم اخلاق. (16) G. عادل حلیم.

بود در زمان دولت او رعایا مرفه وآسوده (1) بودند مدت سلطنتش شانزده سال ونیم امتداد یافت (2) ✿

٣

ذکر حکومت رکن الدوله حسن بن بویه ✿

چون خبر وفات عماد الدوله مسموع رکن الدوله شد متوجه فارس گشت ونخست (3) باصطخر رفت تا زیارت برادر بجای آرد (4) آنگاه بشیراز رود وچون چشم رکن الدوله بقبر عماد الدوله افتاد پای برهنه کرده نوحه کنان بر سر خاک (5) برادر رفت ومجموع لشکریان باوی موافقت نمودند وسه روز در آن موضع (6) اقامت کرده بعد از آن باستصواب امرا روی بشیراز نهاد ومدت نه ماه در آنجا متوقف شده از اموال فارس مبلغی کرامند (7) پیش معز الدوله ببغداد فرستاد واز اسلحه وادوات حرب مقداری سنگین بآن منضم گردانید وبعد از آن رکن الدوله عازم ولایت عراق شد ومیان امرای (8) سامانی وقایع وحرب (9) دست داد (10) وهمچنین میان وشمگیر ورکن الدوله محاربات روی نمود وشمهٔ ازین حکایات در ضمن قضایای سامانیه مرقوم کلک بیان گشته بالجمله در آن اوان که وشمگیر با رکن الدوله محاربات (11) میورزید روزی اسپان خودرا احتیاط میکرد خنکی در نظرش آمد فرمود که آنرا زین کردند وبر آن اسپ سوار شده بشکار رفت ودر شکارگاه خوکی زخمدار رسیده وزخمی بر اسپ وشمگیر زده وشمگیر از اسپ افتاده هلاک شد وآن سال سال قران نهم بود در مثلثهٔ آتشی (12) ودر آن سال چند پادشاه فوت شدند معز الدوله بن بویه در بغداد وحسن بن فیروزان در طبرستان وکافور اخشیدی در مصر وقیصر در روم وابو علی بن محمد بن الیاس که مدتی حکومت کرمان کرده بود در بخارا وسیف (13) الدوله بن حمدان در دیار بکر وابو ثعلبه بن حمدان در شام وبعد از وفات (14) وشمگیر رکن الدوله با پسرش بیستون احسان بیشمار کرد واورا م

(1) G. اسوده ومرفه. (2) D. stellt die Worte رعایا — بودند nach یافت — مدت. (3) D. گشته نخست. (4) E. آورد. (5) D und G. قبر. (6) D und G. ودر آن موضع سه روز.
(7) In der Chronik des Heider مبلغی معتد. (8) Vielleicht ist zu setzen: میان او وامرای.
(9) D. وحروب. fehlt in G. (10) fehlt in E. (11) Die ganze Stelle von محاربات — رکن الدوله fehlt in E, und statt محاربات steht منازعت, wie in G. Nach ضمن schaltet G. شرح und nach گشته das Hülfsverbum است ein. (12) E. آتشین. (13) D. یوسف. (14) E. فوت.

بمال وهم بلشکر مدد داد نقلست که نوبتی وشمگیر از سر غرور واستظهار تمام که بلشکر
خویش داشت نامه برکن الدوله نوشت مضمون آنکه من باسپاهی در غایت کثرت همه (1)
جنکجوی پلنک خوی (2) که مرتب وآماده کردانیده ام عزم آن دارم که ولایت ومملکت از
دست تو انتزاع نمایم وترا خوار سازم والله که چون بر تو دست یابم آن کنم که هیچ
دشمن بدشمن نکرده باشد (3) وکلمات فحش در آن نامه مندرج کردانیده بود وچون
آن مکتوب بمجلس رکن الدوله رسید اشارت بمنشی خود کرد که بخوان (4) ومنشی در
نامه نکریسته خاموش بایستاد چه اورا یارا نبود که آن مهملاترا بر زبان آرد رکن الدوله
نامهرا از دست منشی کرفته بخواند ودر جواب نوشت که از لشکر بسیار هیچ اندیشه
نیست چه فتح وظفر منوط (5) ومربوط بعنایت حی اکبرست واکر تو در بارهء من آن (6)
اندیشهء فاسد داری والله که مرا در خاطر چنانست که اکر تو بدست من کرفتار شوی
بجز اعزاز واکرام از من مشاهده نکنی ودر بارهء تو آنچه وظیفهء مروت وانسانیت باشد
بتقدیم رسانم ودر اندک فرصتی اثر نیت هر یک (7) در شان صاحبش بظهور آمد ودر
محرم سنه ست وستین وثلثمایه اعراض نفسانی برکن الدوله استیلا یافته مریض کشت
وسبب آن بود که در اواخر ایام حیات خویش شنید که پسرش عضد الدوله لشکر از
فارس ببغداد برده است وپسر عم خویش عز الدوله (8) بختیار بن معز الدولهرا کرفته
بمرتبهء غضب بروی مستولی شد که محموم کشت ودر آن مرض از ری باصفهان رفت
وچون خبر (9) غضب ومرض رکن الدوله بعضد الدوله رسید اندیشهناک شد که مبادا
پدر (10) در حین وفات ازوی نا راضی باشد (11) وبعد از تامل بابو الفتح بن عمید که
وزیر رکن الدوله بود پیغام داد که نوعی کن که پدر مرا طلب دارد که بی طلب
بخدمت او رفتن (12) از ادب دور مینماید (13) وابو الفتح در آن باب سعی نمود تا رکن
الدوله اورا طلب داشت عضد الدوله پیش پدر باصفهان آمد ورکن الدوله باقی اولاد
خودرا نیز طلب کرد ومجموع باصفهان حاضر کشتند ابو الفتح بن العمید طوی (14)
سنکین ترتیب داد ورکن الدوله وفرزندان واکابر واشراف عراقین وفارس بخانهء او تشریف
حضور ارزانی داشتند وچون از طعام خوردن فارغ شدند رکن الدوله پرتو التفات بر

---

(1) fehlt in E. (2) E und G. lassen die Wörter که با, und das و vor عزم aus. (3) E und G. نکنند. (4) E. بخوانند. (5) D. بمنوط. (6) D. این und fehlt in G. (7) D. هر کس. (8) عز الدوله fehlt in E. (9) D. سبب. (10) fehlt in D. (11) E. بوده باشد. G. نا خشنود باشد. (12) G. که بی طلب رفتن بخدمت mit Weglassung des او. (13) E. میدانم. (14) E. طویی.

احوال اولاد انداخته تمام ولایت فارس وکرمان واهوازرا تا نواحی بغداد بعضد الدوله داد وحکومت همدان واعمال اجبال وری وطبرستان بفخر الدوله تفویض نمود (1) ومویدالدولهرا بر اصفهان واعمال آن والی گردانید وبآن دو برادر (2) فرمود که از فرمان عضد الدوله تجاوز نکنند وایشانرا باتفاق (3) وترک خلاف وصیت کرد وبعد از اتمام این قضایا اعیان دیالمه یکدیگررا خلعتها پوشانیدند چنانچه رسم (4) ایشانست ورکن الدوله در همان چند روز وفات یافت ودر بعضی از تواریخ مسطورست که مدت حکومت او سی وچهار سال بود شانزده سال ونیم در ایام (5) عماد الدوله وهفده سال ونیم بعد از آن رکن الدوله پادشاهی نیکو سیرت صافی سریرت بود وعدل ورزیدی وسادات وعلما وفضلارا تعظیم واحترام تمام (6) نمودی ✿

۴

ذکر معز الدوله احمد بن بویه وحکومت او ✿

در سنه اثنی وعشرین وثلثمایه عماد الدوله برادر خود معز الدولهرا با شجاعان دیالمه بتسخیر ولایت کرمان نامزد فرمود واو نخست بسیرجان رفته آن ولایترا در تحت تصرف آورد ودر آن اوان ابرهیم سیمجور دواتی که محمد الیاسرا در کرمان محصور داشت چون اوازهء توجه (7) معز الدوله شنید دست از آن مهم باز داشته (8) روی بخراسان نهاد (9) ومحمد بن الیاس نیز از وهم معز الدوله ولایت کرمان گذاشته بطرف سیستان رفت ومعز الدولهرا با علی بن کلویه (10) ومحمد بن الیاس که بعد از فرار متوجه کرمان شده بود (11) محاربات (12) دست داد وبالآخره معز الدوله بر دشمنان غالب گشته چمن مملکت کرمانرا از خار معارضان (13) پاک ساخت آنگاه عزیمت اهواز نمود وبعد از حروب (14) متعدده که میان او وگماشتگان خلیفه واقع شد آن دیار مستخلص گردانید ودر سنه اثنی وثلثین وثلثمایه معز الدوله لشکر سنگین (15) از بلاد (16) اهواز بواسط برد وتوزون (17) امیر الامرای خلیفه از بغداد با سپاهی عظیم در برابر او آمد

---

(1) E. فرمود. (2) E und G. آن دو برادررا. (3) G. بر اتفاق. (4) G. رحم. (5) D. اعمال. (6) fehlt in D. (7) G. دولت. (8) D. داشت. (9) fehlt in E. (10) In E fehlt die ganze Stelle von نیز bis بن کلویه. (11) G. بودند. (12) D. ومحاربات. (13) E. چمن مملکترا از خار معارضان کرمان. G. چمن مملکت کرمانرا از خار وخاشاك معاندان. (14) G. حروبات. (15) Die Worte لشکر سنگین fehlen in E. (16) fehlt in E. (17) D. hier قوزون. G. überall توزون.

ودوازده (1) روز متعاقب با یکدیگر جنک کردند وعاقبت توزون منهزم کشت ومعز الدوله چند فرسنک (2) از عقب او رفته باهواز مراجعت نمود ودر سنه ثلث وثلثین وثلثمایه بار (3) دیگر لشکر بواسط کشید ومستکفی وتوزون با لشکرهای عرب باستقبال او آمدند ومعز الدوله صلاح در جنک ندیده (4) باز باهواز معاودت فرمود ودر سنه اربع وثلثین بار دیگر (5) معز الدوله با لشکر بسیار متوجه واسط شد واز آنجا ببغداد رفت وپیش از وصول او بدار السلام توزون (6) مرده بود وابن شیرزاد قایم مقام وی (7) شده معز الدوله در حادی عشر جمادی الاول سنه مذکور بباب الشماسیه بغداد فرود آمده ابن شیرزاد پنهان شد وروز دیگر معز الدوله بمجلس مستکفی (8) در آمده باو بیعت کرد وخلیفه با معز الدوله میثاق بسته (9) در آن روز ابتدا معز الدوله وبرادرانش علی وحسن عماد الدوله ورکن الدوله خواندند وبر رؤس منابر ووجوه دنانیر (10) القاب ایشان (11) باین نوع مقرر ومضروب کشت ومعز الدولهرا در سرای مونس خادم فرود آوردند ولشکریانش در سراهای اهل بغداد نزول کردند وبدین (12) سبب اهالی دار السلام در محنت تمام افتادند ومعز الدوله صاحب اختیار بغداد شده هر روز مبلغ پنجهزار درم جهت خرج مستکفی تعیین کرد (13) ودر جمادی الآخر (14) همین سال (15) مستکفیرا از خلافت خلع وعزل کرده مطیعرا بجای او نشاند (16) وهم درین سال ناصر الدوله از موصل بحرب معز الدوله آمد وابن شیرزاد متابعت او نموده ناصر الدوله (17) بر نصف بغداد مستولی شد وپیوسته میان معز الدوله واو حرب قایم بود تا در محرم سنه خمس وثلثین وثلثمایه با هم صلح کردند وناصر الدوله بموصل رفته معز الدوله در بغداد اقامت نمود ودر سنه ست وثلثین معز الدوله لشکر ببصره کشیده بر آن دیار مستولی شد (18) ودر سنه سبع وثلثین عنان عزیمت بجانب موصل منعطف کردانیده ناصر الدوله بطرف نصیبین رفت معز الدوله در موصل ظلم بسیار (19) کرد چه میخواست که ماده

---

(1) E. وده. (2) G. فرسنخی. (3) E und G. کرت. (4) E. ندید. (5) Die Worte بار دیگر fehlen in D. (6) D. an dieser Stelle توزان. (7) D. او. (8) G. متکفی. (9) fehlt in E. G. بست ودر. (10) E und G. بر منابر ودنانیر. (11) Die Worte القاب ایشان fehlen in D. (12) E. باین. (13) G. کردند. (14) E. الاول. (15) Die Worte همین سال fehlen in D. (16) E und G. نشاندند und G. zuvor statt کرده ـ کردند. (17) Die Worte von از موصل bis ناصر الدوله fehlen in E. (18) Der ganze Satz von در سنه bis شد fehlt in E. (19) D. ظلمها.

معاش وانتعاش ناصر الدوله بیکبار منقطع گردد درین اثنا از پیش (1) رکن الدوله قاصدی رسیده خبر رسانید که لشکر خراسان متوجه ری وجرجان شده اند باید که آن (2) برادر در مراجعت اهمال وامهال جایز ندارد وبنابرین (3) معز الدوله با ناصر الدوله صلح کرد مقرر بر (4) آنکه ناصر الدوله هر سال مبلغ هشت بار هزار هزار (5) درم از حاصل ممالک خویش بخزانه رساند ومعز الدوله معاودت نموده ببغداد آمد ودر سنه اربع واربعین وثلثمایه معز الدوله بمرضی (6) صعب گرفتار گشته چند روز از خانه بیرون نیامد (7) واراجیف بسیار (8) در میان مردم پیدا شده امور دار السلام مختل (9) گشت ومعز الدوله با وجع والمی (10) تمام پای در رکاب آورده آن فتنه تسکین یافت ودر سنه خمس واربعین روزبهان دیلمی وبرادرانش نسبت بمعز الدوله اظهار عصیان کردند ومعز الدوله بعد از محاربات بسیار (11) بر ایشان ظفر یافت ودر اثنای این اوقات که معز الدوله بدفع روزبهان مشغول بود ناصر الدوله لشکری ببغداد فرستاده طمع در امارت آن بلده (12) کرد وچون معز الدوله از آن مهم فراغت یافت بجانب موصل شتافت وبر موصل مستولی شده (13) ناصر الدوله بنصیبین رفت ومعز الدوله از عقب ناصر الدوله رفت (14) تا آنزمان که ناصر الدوله بشام (15) در آمد ومعز الدوله مریض شده ببغداد باز گشت وفرمود که بر درهای مساجد دار السلام کنند که لعن الله معاویه بن ابی سفیان ولعن الله من غصب فاطمة رضی الله عنها (16) فدکا ولعن من منع ان یدفن حسن عند قبر جده صلی الله علیه وآله وسلم ومن نفی ابا ذرّ الغفاری ومن اخرج العباس عن الشوری وچون خلیفه محکوم حکم معز لدوله بود نتوانست که منع این صورت کند وشوری (17) در بغداد پیدا شده بعضی این منقوراترا (18) حک کردند ومعز الدوله فرمود تا باز نقر (19) نمودند واین فتنه قایم بود تا وزیر محمد بن المهدی (20) چنین

---

(1) D. جانب. (2) fehlt in D. (3) E und G. باین سبب. (4) بر fehlt in D. G. setzt بآنکه. (5) Das zweite هزار fehlt in E, und D. wiederholt nach dem zweiten هزار das Wort بار. (6) D und G. بمرض. (7) fehlt in E. (8) fehlt in E und G. (9) E. مضبوط. G. مضطرب. (10) E und G. والم. (11) fehlt in E und G. (12) E. دیار. (13) G. شد آنگاه. (14) E. giebt diese Stelle in veränderter Ordnung: وچون معز الدوله از آن مهم فراغت یافت بجانب موصل وناصر الدوله بنصیبین رفتند ومعز الدوله بر موصل مستولی شده آنگاه از عقب ناصر الدوله رفت. (15) E. ببلاد شام. (16) D. علیهم السلام. (17) E. شورشی. (18) D. منقولات. (19) E. نقش. (20) E. المهیلی. G. المهندی.

مصلحت دید که در لعن جز معاویه کسی‌را نام نبرند وبجای آن کلمات این دو سه کلمه نوشتند که لعن الله الظالمین لآل رسول الله صلی الله علیه وآله وسلم وبصواب دید وزیر آن غوغا تسکین یافت ومعز الدوله در سنه ست (1) وخمسین وثلثمایه فوت شد وپسرش عز الدوله بختیار بجای او نشست ومعز الدوله مدت بیست ویک سال در بغداد امیر الامرا بود ودر اوان مرض تصدقات (2) لا تعد ولا تحصی داده ممالیک خود آزاد فرمود ✿

٥

ذکر حکومت عضد الدوله بن رکن الدوله ✿

عضد الدوله ابو الشجاع فنا (3) خسرو بن رکن الدوله حسن بن بویه در سنه ثمان وثلثین وثلثمایه بحکم وصیت عمش عماد الدوله بر مسند حکومت فارس وکرمان بنشست صاحب تاریخ قوامی گوید که در مبدای سلطنت عضد الدوله کنیزکی از کنیزکان حرمشرا با یکی از لشکریان نظری بود وبهنگام فرصت وزمان مجال با یکدیگر ملاقات میکردند وآن لشکری روزی عزیمت شکار نموده صحرا وبیابان پیمود ودید که روباهی بسوراخی رفت واو آن (4) سوراخرا کاویدن گرفت تا روباهرا بیرون آورد دربین اثنا بنردبانی رسید واز نردبان بزیر آمده خانه یافت ودر آن خانهء چند خم مملو از زر وجواهر دید مقداری از آنها بر گرفت علامتی نصب کرد وآن سوراخرا محکم ساخت وبشهر (5) آمده بعد (6) از آن در تفقد وتعهد کنیزک دقیقهء مهمل نمیگذاشت (7) وچون جاریه عوارف واصطناعات لشکریرا زیاده از قدر او دید همت بر آن گماشت که حقیقت حال باز داند (8) ودر زمانی که لشکری مست بود کنیزک ازوی پرسید که این همه مکنت ترا از کجا پیدا شد (9) لشکری گفت ترا با این سخنان (10) چه کارست اگر (11) هزار چندین در بارهء تو صرف کنم هیچ (12) نقصان در اموال من پدید نیاید وکنیزک ازین سخن بر تفتیش حریص‌تر شد ودر غلیان سکر بار دیگر استعلام نمود (13) لشکری صورت گنج یافتن‌را با معشوقه در میان نهاد وکنیزک اظهار این معنی‌را موجب مزید تقرب عضد الدوله دانسته پیش او رفت ومعروض داشت که من در حرم تو گناهی کرده ام که بدان

---

(1) fehlt in E, in G. steht خمس. (2) D. صدقات. (3) D. فتی. (4) D. وآن. (5) D. کرده بشهر. (6) D. آمد وبعد. (7) D. نگذاشت. (8) E. معلوم کند. (9) E. آمد. (10) E. نوع سخنان. (11) E. fügt خواهم hinzu. (12) E. وهیچ. (13) G. کرد.

سبب (1) مستحق کشتن شده ام (2) اگر پادشاه مرا زنهار دهد اورا بسر گنجی (3) دلالت کنم که بخرج چند ساله وفا کند عضد الدوله انگشتری (4) زنهار بوی داده کنیزک کیفیت حال از اول تا بآخر باز نمود عضد الدوله گفت از آن شخص التماس کن که آن گنجرا بتو نماید وچون راضی گردد مرا اعلام نمای وکنیزک در محلی (5) مناسب با لشکری گفت که درین مدت آنچه مطلوب ومقصود من بوده مهیا داشتهٔ وهیچ آرزو در خاطر من نگذاشتهٔ وتمنایی در دل نمانده الا دیدن گنجی که یافتهٔ اکنون ملتمس (6) آنست که موضع گنجرا (7) بمن نمایی تا مدت العمر رهین منت تو باشم مرد لشکری ملتمس (8) او مبذول داشته روزی مقرر کرد که (9) با یکدیگر بسر گنج روند وکنیز عضد الدولهرا باین حال مطلع ساخته (10) عضد الدوله یک دستارچهٔ (11) کاغذ ریزه باو داد که در هنگام رفتن در راه می افشان (12) چنانچه مرد لشکری نداند تا من بر اثر شما بیایم وکنیزک در روز معین با آن شخص (13) متوجه گنج شده بموجب فرموده کاغذ ریزه می افشاند ومیرفت وعضد الدوله با معدودی چند بر اثر ایشان میرفت تا بموضع گنج رسید مرد لشکری چون عضد الدولهرا دید بغایت ترسان واندیشهناک گردید عضد الدوله اورا ایمن گردانیده گفت یک خم ازین زرها تراست وکنیزکرا (14) بزنی بتو خواهم داد آن شخص خرم گشته عضد الدوله آن همه گنجرا بخزانه نقل کرد وعمارتی رفیع در نجف بر سر تربت امیر المومنین وامام المتقین علی بن ابی طالب علیه السلام (15) از آن وجه (16) ساخت وهم مؤلف تاریخ قوامی گوید که عضد الدولهرا در ایام سلطنت خویش داعیهٔ آن شد که چنانچه در زمان دولت ملوک عجم تحف وبیلاکات از روم بایشان میفرستادند وباو نیز ارسال دارند (17) وچون این معنی در باطن او رسوخ یافت بازرگانیرا که معتمد او بود طلبیده گفت ترا بروم میباید رفت وچنین چنین (18) باید کرد وآنچه عضد الدوله با تاجر در میان نهاد از سیاق کلام بوضوح خواهد پیوست بالجمله عضد الدوله تاجررا مال بسیار داده بآن ولایت فرستاد وتاجر چون بروم رسید

---

(1) E. بآن ohne سبب. (2) E. schaltet اما ein. (3) E. برو گنجی. G. läſst اورا aus. (4) E. انگشترین. (5) D und E. محل. (6) E. التماس. (7) D. موضع آن. E. موضع گنج ohne را. (8) E. التماس. G. schaltet vor ملتمس ein بی عقل. (9) G. مقرر کرد که روزی. (10) G. گردانیده. (11) E. دستچه. (12) G. بیفشان. (13) Die Worte با آن شخص fehlen in D. (14) E. واین کنیزکرا. (15) G. صلوات الله وسلامه علیه. (16) Die Worte از آن وجه fehlen in E. (17) G. نمایند. (18) Das zweite چنین fehlt in G.

وبارکان دولت (1) قیصر ملاقات کرده وتبرکات گذرانیده بوسیلهء ایشان پیش (2) قیصر رسید وتنسوقات بدیع از جواهر آبدار وغیر ذلک برسم پیشکش مصحوب خود کرده منظور (3) نظر عاطفت (4) قیصر گشته چنان (5) نمود که در سلک نصاری انتظام دارد وهر بار که بدیدن قیصر میرفت انواع تحف واصناف هدایا (6) میگذرانید تا از جملهء معتبران ومقربان شد وبعد از چند گاه (7) اظهار محبت اسلام ومسلمانان کرده ودر سلک سعدا وفرقهء ناجیه انتظام یافته چون (8) مدتی برین قضیه بگذشت معروض قیصر گردانید که قریب بمنزل من خرابه ایست که قابلیت عمارت دارد ومن میخواهم که در آن موضع مسجدی سازم تا در دنیا مستجلب (9) ذکر جمیل ودر عقبی مستلزم اجر جزیل گردد قیصر رخصت داده بازرگان (10) بحفر آن موضع امر کرد تا بخشت وسنگ اساس مسجدرا استحکام دهد (11) ومزدوران در حین کندن زمین صندوقچهء (12) مقفل (13) یافتند از پولاد کهنه وزنگ خورده آنرا پیش بازرگان بردند وبعد از آن صندوقچهرا همچنان مقفل بنظر قیصر رسانیدند قیصر فرمود تا قفل از آنجا بر گرفتند ودر (14) آنجا طوماری دیدند از کاغذهای قدیم که اثر تفتت وتشتت بدان راه یافته بود پادشاه وارکان دولت گمان بردند که گنج نامه ایست چون در آن نظر کردند سطری چند دیدند مضمون (15) آنکه در فلان تاریخ که موافق جلوس عضد الدوله بود بر تخت سلطنت شیراز (16) پادشاهی پیدا شود موصوف بصفات چنین وچنین واسم ولقب این واین وهمچو (17) اسکندر که عرصهء ربع مسکون (18) گرفت او نیز معمورهء عالم در تحت تصرف آرد وهر پادشاه که کمر اطاعت او بر میان بسته باج وخراج بوی دهد از صدمات لشکرش ایمن گردد وهر که در مقام تمرد وعصیان آید بخسران وخذلان مبتلا شود قیصر وارکان دولت او ازین صورت (19) متعجب شدند وقیصر بازرگانرا طلب داشته پرسید که بولایت شیراز (20) رسیدهء وحاکم آن مملکت دیدهء گفت آری فرمود که صفات آن پادشاه وحلیهء

---

(1) E. وآنچه عضد الدوله با تاجر گفت عنقریب بیاید وتاجر متوجه روم شده با ارکان دولت. (2) D. بمجلس. (3) D. کرد ومنظور. (4) fehlt in G. (5) G. گشت وچنان. (6) D. وهدایا ohne اصناف. (7) D. کار. (8) D. یافت وچون. (9) fehlt in E. (10) D. داد وبازرگان. (11) D. دهند. (12) D. an dieser Stelle und weiter unten صندوق. (13) fehlt in E. (14) D. گرفته در. (15) G. مسطور. E. schaltet nach مضمون noch سطور ein. (16) E. fügt در فارس hinzu. (17) E. همچنان که. G. همچنانچه. (18) G. fügt را hinzu. (19) E und G. schalten عظیم ein. (20) E und G. فارس.

او چگونه است واسم ولقب او چیست بازرگان چنانچه واقع بود همه را تقریر کرد وقیصر مقولهء تاجررا با (1) آنچه در طومار مثبت بود موافق یافت (2) قیصر فرمود (3) که ترا با او آشنایی ومعرفتی هست گفت بلی چند نوبت تبرکات پیش او گذرانیده ام ومرا می شناسد قیصر گفت میخواهم که با رسولی چرب زبان تحف وهدایای بیکران (4) نزد او فرستم وبا او (5) طریق محبت ومودت مسلوک دارم وداعیه چنانست که رسول من در مرافقت تو متوجه آن صوب گردد بازرگانرا خود مطلوب همین (6) بود وچون تاجر ورسول قیصر بحدود شیراز رسیدند تاجر شخصی پیش عضد الدوله فرستاده اورا از وصول خویش اعلام داد وعضد الدوله ببازرگان پیغام (7) فرستاد که من برسم (8) شکار از شهر بیرون می آیم مقرر آنکه شبهنگام در سربند ملاقات واقع شود ووقت نماز شام از یک طرف عضد الدوله واز یک جانب (9) رسول قیصر وبازرگان رسیده نزول (10) فرمودند وچون عضد الدوله با ایلچی در تکلم آمد از آواز وزغ (11) که آنرا مگل (12) نیز گویند اظهار ملال کرده با یکی از ملازمان گفت که برو وبا وزغان (13) بگوی که امشب حکم پادشاه چنانست (14) که زبان در کام (15) کشیده خاموش باشید (16) وبنابر مواصفه (17) آن شخص مقداری دارو (18) که چون آنرا در آب ریزند وزغ بانک نکند (19) در آن رود ریخت وآنچه عضد الدوله تلقین کرده بود بآواز بلند بگفت وزغان خاموش شده (20) ایلچی متعجب گشت وبا خود گفت که این تعجب پادشاهی عظیم ایشانست که حیوانات در قعر رود از حکم او تجاوز نمیتوانند کرد وفرمان او مانند امر سلیمانست که بر بر وبحر (21) روانست وچون رسول مقتضی الوطر بروم باز گشت وکیفیت (22) مجلس‌را بقیصر رسانید قیصر جزم کرد که آنچه در طومار از حال عضد الدوله نوشته اند مطابق واقع است لاجرم در ازدیاد محبت کوشیده پیوسته غرایب نفایس میفرستاد

---

(1) G. وبا. (2) G. دید. (3) G. پرسید. (4) E. گران. (5) E. باوی. (6) D. آن. (7) E. خبر. (8) E. باسم. (9) E. از آن جانب. G. واز طرف دیگر. E. fügt nach جانب hinzu بسربند. (10) G. برسیدند ونزول. (11) E. وزق. (12) Das Wort مگل (*megel*) bedeutet auch nach dem هفت قلزم (T.V. p. 111.) einen Frosch (غوك), und ist von مکل (*mekil*), das einen Blutigel (زلو) bezeichnet, wohl zu unterscheiden. (13) E. وزقان. (14) G. که زبان در کام خاموشی کشیده سکوت اختیار کنید. (15) E. دهان. (16) G. چنینست. (17) E und G. مواضعه. (18) fehlt in D. (19) E. وزقان آواز نکنند. (20) E. ووزقان خاموش شدند. (21) E. بر بحر وبر. G. läſst zuvor امر aus. (22) E. گشته کیفیت.

ودر سنه ثمان وثلثين وثلاثمایه عضد الدوله بر سریر سلطنت نشسته اورا (1) هیچ منازعی نبود (2) زیرا که ولایت ری واصفهان وآن نواحی پدرش رکن الدوله داشت وملکت اهواز وخوزستان وبغداد در تحت تصرف عمش معز الدوله بود ومحمد بن الیاس والی کرمان نسبت بدیاله خدمات پسندیده بجای می آورد ودر سنه سبع وخمسین عضد الدوله پسر خود ابو الفوارس‌را بحکومت کرمان فرستاد وسبب این قضیه آن بود که چون ایالت کرمان بالیع (3) بن محمد بن الیاس متعلق بود از سر جنون لشکری بحدود ولایت عضد الدوله فرستاد وعضد الدوله در غضب رفته آن مملکت‌را از الیع (4) انتزاع نمود وهم در آن اوان ملک عمان در تحت تصرف عضد الدوله در آمد ودر سنه اربع وستین وثلثمایه عضد الدوله لشکر بجانب بغداد کشید ✿

۹

ذکر رفتن عضد الدوله بجانب دار السلام بغداد وبیان بعضی وقایع که بعد از فوت معز الدوله دست داد ✿

معز الدوله در حین وفات با پسر خویش عز الدوله بختیار گفت که اگر می خواهی دولت تو پایدار باشد از فرمان عم خود رکن الدوله تجاوز جایز نداری ودر هر امری که سانح شود (5) باو مشورت کنی دیگر آنکه عضد الدوله‌را بر خویش تقدیم نمایی ودر تعظیم وتکریم او غایت جهد مبذول داری (6) که او از تو بزرگترست وبامور ملک (7) داناتر ودیگر آنکه وزارت بابو الفضل عباس بن الحسین وابو الفرج محمد بن العباس تفویض نمایی که این دو کس در کفایت (8) منفردند ودر امانت (9) متفرد ودیگر لشکریان دیلم وترک‌را بعواطف وعوارف شاهانه (10) مخصوص گردانی وپیوسته در استمالت سبکتکین حاجب سعی فرمایی (11) وعز الدوله (12) بعد از وفات پدر بهیچ یک ازین وصایا (13) عمل ننمود وبلهو ولعب (14) مشغول شده با (15) زنان ومغنیان ومسخرگان مجالست ومصاحبت آغاز نهاد وسبکتکین از بختیار متوحش شده ترک ملازمت او کرد

---

(1) E und G. نشست واورا. (2) G. نماند. (3) G. بالیسع und zuvor statt ولایت — در (4) G. البسع. (5) E. گردد. (6) E. بجای آوری. (7) G. در تدبیر. (8) والی. کفایت fehlt in G. (9) E. امارت. (10) E und G. پادشاهانه. (11) D. نمایی. (12) E. عضد الدوله. (13) E. قضایا. (14) E und G. بلهود ولعب. (15) E und G. شد وبا.

وعاقبت مهم او (1) بجایی رسید که سبکتکین عصیان آشکارا کرده (2) ترکان جانب
سبکتکین ودیالمه طرف بختیار اختیار (3) کردند ومیان هر دو گروه منازعت (4) بتطویل
انجامید وایراد آن بـر سبیل (5) تفصیل موجب ملالت وشأمت (6) میشود وچون
سبکتکین فوت شد اتراک الب تکینرا بر خود حاکم گردانیدند ودر حدود واسط قریب
بلشکرگاه بختیار معسکر ساخته مدت (7) پنجاه روز با یکدیگر حرب کردند ودر اکثر
اوقات ظفر ترکانرا بود ودر آن ایام هر روز رسول (8) او بخدمت عضد الدوله میرسید
وپیغام میرسانید که در حرکت ونهضت بجانب عراق عرب مسارعت باید کرد وچون
عضد الدوله خبر استیلای ترکان شنید با لشکرهای فارس روان شد ودر واسط بعز الدوله
بختیار پیوست وترکان در برابر او آمده حرب صعب کردند اما منهزم شده (9) تا بغداد در
هیچ مکان قرار نگرفتند (10) وعضد الدوله ایشانرا تعاقب نموده بر جانب شرقی دار السلام
فرود آمد وبختیاررا فرمود تا بر طرف غربی (11) نزول کرد واتراک چند روز جنگهای مردانه
پیش بردند وآخر الامر عاجز ومضطر شده در رکاب طایع خلیفه بجانب تکریت رفتند
وعضد الدوله بغدادرا گرفته بطلب خلیفه فرستاد وطایع از اتراک جدا شده بدار السلام
آمد وعضد الدوله از (12) برای خلیفه فرش واوانی روان کرده مراسم تبجیل وتعجیل
بجای آورد وبعد از آن عضد الدوله بختیار وبرادرانشرا بگرفت ورکن الدوله این خبر
شنیده خودرا از تخت بینداخت واضطراب عظیم نموده عزم (13) آن کرد که ببغداد رود
وعضد الدوله از (14) جهت استرضای پدر بختیاررا گذاشته از سر مملکت او در گذشت
واز بغداد مراجعت نمود وبعد از فوت رکن الدوله عضد الدوله (15) لشکرها جمع آورده
بجانب عراق عرب نهضت فرمود وچون بخوزستان رسید در (16) آنجا عز (17) الدوله
بختیاررا با او (18) ملاقات افتاد ودر روز جنگ طایفهء از لشکر بختیار (19) بموکب عضد
الدوله پیوستند وبابین سبب عز الدوله روی از معرکه بـر تافت وچون بنواحی موصل
رسید ابو تغلب با بیست هزار کس بوی (20) پیوست واین خبر بعضد الدوله رسیده

---

(1) او fehlt in D und G. (2) D. اظهار عصیان کرده. (3) fehlt in D. (4) G. مخاصمت ومنازعت. (5) D. بتفصیل. G. بر سبیل ohne تفصیل. (6) E. سامت وملالت. (7) E. ساخت ومدت. (8) G. رسولان. (9) fehlt in G. (10) G. توقف ننمودند. (11) E. غربین. (12) Die Worte von اتراک bis hieher fehlen in D. (13) E und G. نمود وعزم. (14) fehlt in E und G. (15) عضد الدوله fehlt in G. (16) E. ودر mit Auslassung von رسید. (17) D und E. عضد. (18) G. fügt اتفاق hinzu. (19) E. بغداد. (20) E und G. باو.

بآن (1) طرف توجه نمود ودر حدود تکریت بیکدیگر ملاقات کرده نایرهء (2) حرب اشتعال یافت وابو ثعلب گریخته (3) بختیاررا دستگیر کردند وچون اورا پیش (4) عضد الدوله آوردند فرمود که فی الحال گردنش زدند عمر او سی وشش سال بود ومدت حکومتش یازده سال وکسری وعضد الدوله در موصل رحل اقامت انداخته گفت (5) این مملکت مرا از عراق عجم (6) بهترست ولشکرهارا پراکنده ساخته دیار بکر واکثر قلاع آن نواحیرا مسخر ومفتوح گردانید (7) ودیار بنی مضر (8) وقلاع ایشانرا نیز بکشاد وسعد الدوله بن سیف الدوله حمدانی که صاحب حلب بود اظهار مطاوعت نمود (9) ودر سنه ثمان وستین وثلثمایه عضد الدوله پرتو التفات بر خرابهای بغداد انداخته مساجدرا (10) بحال عمارت آورد واامامان ومؤذنانرا وظایف تعیین نمود وایتام وفقرا وضعفارا (11) باز طلبیده هریکرا (12) مشاهره مقرر (13) کرد وبازارها آبادان گردانید واصحاب (14) املاک خرابرا التزام نمود (15) تا آنهارا عمارت کنند وهر جا نهری بائر بود جاری ساخت واخراجاتی که در آن مدت از حجاج می ستاندند بر انداخت واز بغداد تا مکه هر چاهی که انباشته شده بود بحال اول باز برد (16) واز برای مجاوران مکه ومدینه ومشهد (17) امیر المؤمنین وامام المتقین (18) علی بن ابی طالب وامام (19) حسین علیهم السلام صدقات فرستاد وبجهت فقها ومحدثان ومتکلمان ومفسران ونحات (20) وشعرا واطبا وحساب ومهندسین (21) مرسومات تعیین نمود (22) ووزیر خویش نصر بن هارون نصرانیرا اجازت داد که بیع (23) وکلیسیای ترسایانرا عمارت کند واز اموال خاصّهء (24) خود فقرای آن طایفهرا نیز رعایت فرمود (25) ودر سنه احدی وسبعین وثلثمایه بیمارستان جانب غربی بغدادرا تمام کرد وهرچه محتاج الیه بود از طبیب وادویه واشربه مهیا گردانید ودر سنه اثنی وسبعین مرض صرع بر عضد الدوله استیلا یافت وضعیف ونزار شده در هشتم شوال سنه مذکوره وفات یافت واورا در نجف اشرف (26) بموجب وصیتی که کرده بود دفن کردند مدت حکومت او سی وچهار سال

---

(1) D. بدان. (2) E. کردند ونایرهء. (3) E. منهزم شده. (4) D. نزد. (5) G. انداخت وگفت. (6) fehlt in E. (7) E. گردانیده بود. (8) D. مضر. (9) D und G. نموده. (10) E. انداخت ومساجد. (11) E. وضعفا وفقرارا. (12) E. طلبید وهریک. (13) D. معین. (14) D. صاحب. (15) D und G. التزام فرمود. (16) G. آورد. (17) E. مشهدین. G. fügt حضرت hinzu. (18) E und G. امام المتقین وامیر المؤمنین. (19) E. وامیر المؤمنین. G. وحسین ohne Titel. (20) fehlt in E. (21) E. ومهندس. (22) G. فرمود. (23) بیع (Plur. von بیعة) fehlt in E. (24) fehlt in D. (25) E. فرماید. (26) fehlt in E und G.

بود وزمان حیاتش چهل وهفت سال (1) ودر آنروز که وفات یافت (2) بر زبانش هیچ کلمه جاری نگشت (3) الا این آیه که ما اغنی عنی مالیه هلک عنی سلطانیه طابع خلیفه در مجلس تعزیت (4) حاضر گشت نقاوه وخلاصهء سلاطین دیلم بود ودر ذکر مناقب ومآثر او مجلدات پرداخته اند از آنجمله صابی (5) کتاب تاجی در اخبار آل بویه بنام او نوشته است ودر زمان عضد الدوله رعایا در مهاد امن وامان آسوده بودند (6) ودر حکومت خویش برکه در قلعهء اصطخر فارس ساخت که آنرا هفت پایه بود که اگر از (7) هر پایه هر روز هزار کس آب میخوردند تا بیکسال کفایت میکرد دیگر بندی بر آب کر بسته است نزدیک (8) شیراز وببندی امیر مشهورست (9) وآن عمارتست که در عالم مثل آن نشان نمیدهند ودر وصف آن عمارت همین بس است که آبی بدان عظمترا بند کرده وبر بالای آن رهگذار (10) خلایق ساخته چنانچه لشکرها وکاروانها بر آن میگذرند ومشهورست که عضد الدوله دریایی بروی کوه وکوه بروی دریایی ساخته است (11) ودر شیراز دار الشفایی ساخته (12) که زبان از تعریف وتوصیف (13) آن قاصرست (14) اما در آخر عمر بدعتی چند احداث کرد مثل آنکه در مساحت زمینها چیزی افزود وبر آنچه در بیع دواب میستاندند اضافه نمود وعمل ثلجرا (15) مخصوص بدیوان اعلی ساخت چنانچه گماشتگان او برف (16) از کوه می آوردند وبفقاعیان بطرح (17) میدادند ۞

v

ذکر حکومت مؤید الدوله بن رکن الدوله ۞

سابقا مذکور شد که رکن الدوله ممالک خویشرا بر اولاد خود عضد الدوله ومؤید الدوله وفخر الدوله قسمت فرمود وتا رکن الدوله در حیات بود پسران تعرض بمملکت یکدیگر نمیکردند وچون او فوت شد مؤید الدوله بی رخصت عضد الدوله در

---

(1) G. وچهل وهفت سال عمر داشت. Die Handschrift E, welche die Zeitbestimmung der Regierung des Adhededdewleh wegläfst, setzt یافت für داشت. (2) D. می یافت. (3) E. نمیگشت. (4) E. دعوت. (5) D. صاحب. (6) G. زندگانی میکردند. (7) fehlt in E. (8) G. بنزدیکی. (9) E und G. معروفست. (10) E. رهگذر. (11) Der Satz von ومشهورست bis ساخته است fehlt in E und G. (12) E. ساخت. (13) وتوصیف fehlt in E. (14) E. قاصر آمد. (15) E. یخرا. (16) E. یخ. G. ثلج. (17) D. طرح.

مملکتی که پدر باو داده بود دخل نکرد وقاصدی پیش او فرستاده پیغام داد که اختیار ملک ومال مفوض بـــرای (1) آن کعبهء آمالست عضد الدولهرا این معنی موافق مزاج افتاده در ازدیاد مرتبهء (2) او کوشید وفخر الدوله بعد از مرگ (3) رکن الدوله از برادر بزرگتر حسابی بـــر (4) نگرفت وبی مشورت او متصدی امـــر (5) حکومت شد وبدین سبب (6) عضد الدوله از فخر الدوله رنجیده در صدد گوشمال او آمد ومؤید الدوله باستصواب عضد الدوله با فخـــر الدوله (7) مناقشه ومنازعه ورزیده فخـــر الدوله بجرجان رفت واز آنجا متوجه خراسان شده از (8) نوح بن منصور استمداد نمود وبا (9) مؤید الدوله حرب کرده شکست یافت چنانچه شمهء ازین وقایع در ذکـــر سامانیان گذشت ومؤید الدوله حکومتی بکام دل میکرد تا در سنه ثلث وسبعین وثلثمایه وفات یافت وخبر مرگ وی در بغداد بصمصام الدوله بـــرادرزادهاش رسیده (10) مراسم تعزیت (11) بجای آورد وطایع خلیفه بمجلس عزا حاضر شد وبعد از رحلت مؤید الدوله ارکان دولت او با یکدیگر مشورت کردند که سلطنترا بکدام یک از آل بویه تفویض کنند صاحب (12) کافی اسمعیل بن عباد گفت فخر الدولهرا از خراسان طلب باید داشت که بهتر ومهتر (13) ملوک دیلم است دیگـــر آنکه این بلاد قبل از مؤید الدوله بموجب وصیت تعلق باو داشت وچون آرا برین امر (14) قرار گرفت خسرو فیروز (15) بن رکن الدولهرا که برادر خوردتـــر (16) فخـــر الدوله بـود بنیابت او مقرر کردند ومسرعان بنیشابور (17) فرستاده خدمتشرا استدعا نمودند وفخر الدوله در رمضان سال مذکور بـــر جناح استعجال متوجه ری گشت ومملکت موروثرا بی منت غیـــری تصـــرف نمود وصاحب عباد بوزارت او قیام نموده صاحب اختیار ممالک (18) شد ❀

---

(1) G. fügt رویت hinzu. (2) D. رتبه. (3) fehlt in D. (4) fehlt in D. (5) fehlt in E und G. (6) fehlt in G. für بدین geben E und G. باین. (7) Die Worte von رنجیده an bis hieher fehlen in E. (8) E und G. شد واز. (9) E und G. نموده با. (10) E und G. رسید که برادرزادهاش بود. (11) E. تقرب. (12) fehlt in G. (13) D. مهتر وبهتر. (14) D. آرای امرا بدین امر. Für das vorhergehende داشت giebt G. میداشت. (15) D. خسرو بن فیروز. G. حسن فیروز. E. خسرو فیروزان. (16) D. خردتر. (17) D. در نیشابور. (18) D. fügt فخر الدوله hinzu.

٨

ذکر حکومت فخر الدوله بن رکن الدوله ✿

چون فخر الدوله بحکومت بنشست صمصام (1) الدوله بن عضد الدوله جهت او از بغداد خلعت خلیفه فرستاد چه میان ایشان پیوسته بساط محبت ممهد بود ودر شهور سنه اربع وسبعین وثلثمایه ابو الحسین بن عضد الدوله در اهواز خطبه وسکه بنام فخر الدوله کرد ودر سنه خمس وسبعین شرف الدوله از فارس قصد اهواز کرد وابو الحسین از برادر گریخته بفخر الدوله پیوست واو برادرزادهٔ خودرا ترتیب (2) فرموده باصفهان فرستاد وبعد از چند گاه ابو الحسین اظهار مخالفت فخر الدوله ومتابعت شرف الدوله کرد ولشکریانش اورا گرفته پیش فخر الدوله فرستادند وفخر الدوله اورا حبس فرمود وتا مرض موت (3) فخر الدوله او محبوس بود ودر آن زمان بموجب فرمان عم از آن اندوه وغم (4) رهایی یافت ودر سنه سبع وسبعین وثلثمایه فخر الدوله صاحب کافی اسمعیل بن عبادرا بضبط اموال طبرستان فرستاد وصاحب اموال (5) آن ولایت‌را نیکو ضبط کرد (6) ودر دفع متغلبه مساعی مشکور بجای آورده چند (7) قلعه‌را مفتوح ساخت وهم درین سال معاودت نمود ودر سنه ثمان وسبعین صاحب عباد فرمود که در جرجان چند تنکه زدند هر تنکه (8) بوزن هزار مثقال طلا اگر یکی از آنها بدست مفلسی افتادی (9) بی نیاز شدی (10) وبر یکجانب آن هفت بیت نقش کرده بودند واول آن ابیات اینست

واحمر یحکی الشمس شکلا وصورة

فاوصافه مشتقة (11) من صفاتها

وبر جانب دیگر سورهٔ اخلاص ولقب فخر الدوله ولفظ جرجان مثبت (12) بود ودر سنه تسع وسبعین وثلثمایه فخر الدوله عزیمت عراق عرب تصمیم داد وسببش (13) آنکه چون شرف الدوله بن عضد الدوله فوت شد وپسر دیگرش بهاء الدوله بجای او بنشست

---

(1) E. حسام. (2) E. تربیت. (3) E. تا حین فوت. (4) G. از غم ohne آن اندوه. (5) fehlt in D und G. (6) G. نمود. (7) E und G. آورد وچند. (8) هر تنکه fehlt in E. In G. wird vor diesen Wörtern که beigefügt. (9) E. می افتاد. G. افتاد. (10) E und G. میشد. (11) E. مشتقة عن صفاته صفاتها. Bei Ebulfedâ (*Ann. mosl.* T. II. p. 564.) welcher fünf dieser Distichen mittheilt, lautet dieses Hemistich also: فاوصافها مشتقة من صفاته, was wegen der nachfolgenden Reime für die richtigere Leseart zu halten ist. (12) E. ثبت. (13) E und G. سببش ohne و.

هوس تسخیر بغداد بر ضمیر صاحب عباد استیلا یافته (1) فخر الدوله‌را تحریص
وترغیب (2) نمود که بدانجا لشکر باید کشید وفخر الدوله سپاهی انبوه جمع آورده
بهمدان رفت واز کردستان بدر بن حسنویه بدو پیوست وبر آن (3) مقرر شد که
اسمعیل بن عباد وبدر بن حسنویه از راه جاده (4) ببغداد روند وفخر الدوله از راه
کردستان (5) بحرکت آید وچون بهاء الدوله بن عضد الدوله خبر توجه فخر الدوله
شنید لشکرها جمع کرده باستقبال او شتافت وهر دو سپاه (6) بیکدیگر رسیده در برابر هم
فرود آمدند وبحسب اتفاق آب اهواز در آنسال طغیان کرده بمعسکر فخر الدوله رسیده
لشکریانش تصور مکیدتی (7) کرده بی محاربه منهزم شدند وفخر الدوله ازین جهت (8)
دلتنگ شده بصاحب عباد مکتوبی فرستاد که تدبیر این واقعه چیست صاحب جواب
داد که مال بذل باید کرد ومن ضامنم که هر چه امروز خرج شود سال دیگر ضعف آن
حاصل کنم (9) وفخر الدوله‌را صعب نمود (10) که مال بجمعی دهد که بی استعمال سیف
وسنان بمجرد توهمی روگردان شده باشند (11) وبعد از آن فخر الدوله بری آمده از
آنجا بهمدان رفت ودر سنه خمس وثمانین وثلثمایه صاحب عباد وفات یافت وصاحب
کافی در فضل وهنر وکفایت (12) وحید عصر ویگانهٔ روزگار (13) بود ودر رای (14) وتدبیر
سرآمد وزرای (15) کفایت آثار رقاع ورسایل او در میان ارباب فضایل مشهور ومذکورست
آنمقدار از نفایس کتب که او جمع کرده (16) هیچ وزیر بلکه هیچ پادشاه جمع نکرده
بود نقلست که در سفری از اسفار چهار صد شتر کتب (17) او میکشیدند (18) گویند
چون صاحب عباد بیمار شد فخر الدوله بعیادت او رفت صاحب با او گفت من درین
مدت بقدر وسع (19) وامکان در رواج دولت این خاندان کوشیدم ونام پادشاه بنیکی در
اقطار عالم انتشار یافت اکنون بنده بر شرف ارتحالست اگر پادشاه بر سبیل (20)
سابق سلوک فرماید برکات آن بروزگار همایون باز (21) گردد وبنده‌را در آن نامی (22) نباشد
وبنده راضی است که خامل الذکر (23) باشد وپادشاه بنام نیکو اشتهار یابد اما اگر

---

(1) G. یافت. (2) E. ترغیب وتحریص. (3) E. وبرادران. (4) G. جاد. (5) E. خوزستان. (6) E. fügt در اهواز hinzu. (7) G. مکیده تصور. (8) fehlt in E. (9) G. گردد. (10) E. حیف آمد. (11) D. شوند. (12) E. کتابت. (13) G. دهر. (14) E. برای. (15) G. روزگار ووزرای. (16) E. کرد. G. کرده بود. (17) E. کتاب. G. کتبخانه. (18) D. میکشد. E. میکشید. (19) D. سعی. (20) G. بدستور. (21) G. واصل. (22) G. ناصی (was als Schreibfehler zu betrachten ist). (23) E. حال ذکر.

خلاف آن ظاهر شود چون[1] آفتاب بر عالمیان روشن گردد که این قواعد پسندیده ساخته وپرداختهٔ من بوده واین صورت دولت وملکرا[2] زبان دارد واز آن خللها متولد شود امید میدارم که ملک بقول اصحاب اغراض ومردم مفتن عمل نکند وعنان اختیار از صوب صواب منحرف نگرداند فخر الدوله گفت چنین کنم اما بوعده وفا ننمود وچون نعش صاحب عبادرا بنمازگاه بردند از[3] غایت جلالتی که داشت اعیان دیلم پیش تابوت او زمین بوس کردند آنگاه نعش اورا[4] از سقف خانه[5] بیاویختند وبعد از مدتی باصفهان برده در آن سر زمین جسد اورا در خاک نهان[6] کردند ومدت هژده سال بامر خطیر وزارت کما ینبغی[7] اشتغال نموده بود[8] وفخر الدوله بعد از مرگ صاحب عباد خزاین او تصرف[9] نموده فرزندانشرا محروم ساخت[10] ومتعلقان ومنتسبان اورا مصادره کرده اموال[11] فراوان از ایشان گرفت[12] وصاحب عباد با قاضی عبد الجبار که در فروع[13] بمذهب شافعی عمل مینمود ودر اصول راس ورئیس معتزله بود محبتی مفرط داشت وهمیشه بقدر وسع وامکان رعایت او میفرمود وچون صاحب وفات یافت قاضی گفت من اورا از اهل رحمت نمیدانم پرسیدند که چرا جواب داد که توبهٔ او معلوم نیست ازین جهت عبد[14] الجباررا مردم به بیوفایی منسوب داشتند وفخر الدوله قاضیرا مصادره کرده سه هزار بار هزار درم ازوی بستند ودر تاریخ گزیده گوید که با آنکه مذهب قاضی عبد الجبار آن بود که هر که بنا وجه دانکی ونیم بستاند مخلدا در دوزخ بماند این همه مال بر سبیل رشوت از مردم گرفته بود وبعد از مصادره قاضی از قضا معزول[15] شد ودر شهور سنه سبع وثمانین وثلثمایه روزی در قلعهٔ طبرک فخر الدولهرا کباب گوشت گاوی میل شده فرمود[16] تا گاویرا در برابر[17] او کشتند واز گوشت او کباب فراوان کردند تا بخورد واز عقب کباب چند خوشهٔ انگور بکار برد ودردی عظیم در معدهٔ خدمتش استیلا یافته مضمون[18] این مثل[19] که صد جان فدای شکم بوضوح[20]

---

(1) D. وچون. (2) D. ملکرا ohne و. (3) G. واز. (4) D. نعشرا. (5) fehlt in D. (6) fehlt in D und G. (7) G. یجب وینبغی. (8) fehlt in E. (9) D und G. صرف. (10) G. گذاشت. (11) E. کردند واموال. (12) E. حاصل گردانید. (13) D. فروغ. (14) E. وعبد. (15) D. عزل. (16) E. فخر الدوله کباب گوشت گاو هوس کرد. G. giebt dieselbe Leseart, und fügt nur zu فخر الدوله das Zeichen des obliquen Casus hinzu. (17) E und G. حضور. (18) G. یافت ومضمون. (19) E. stellt hieher die Worte: بوضوح پیوست. (20) D. بوضوع.

پیوسته (1) در حال وفات یافت در آن حین کلید (2) خزاین او در ری پیش پسرش مجد الدوله بود چنانچه (3) کفن طلبیدند میسر نشد واز جهت شور وشغب دیالمه بشهر رفتن متعذر بود (4) از قیم (5) جامع کفن خریدند واز هیجان آشوب لشکر دیلم فخر الدوله چندان در خانه بماند که بوی گرفت گویند نقد وجنس بیرون از شمار در خزانهٔ او یافتند واز جملهٔ رخت سه هزار خروار جامهٔ بریده نا دوخته بود باقی (6) برین قیاس باید کرد ۞

٩

ذکر حکومت شرف الدوله ابو الفوارس شیرزیل بن عضد الدوله ۞

شیرزیل بن عضد الدوله در وقت وفات پدر در کرمان بود وچون خبر این مصیبت (7) باو (8) رسید بتعجیل تمام متوجه فارس گشت وآن دیاررا در تحت تصرف آورده نصر بن هارون نصرانیرا که وزیر پدرش بود بکشت زیرا که رنجشی ازوی در خاطر داشت وجمعیرا که عضد الدوله محبوس گردانیده (9) بود اطلاق فرمود ومخالفت برادر خود صمصام الدوله اظهار کرده خطبه بنام خویش خواند واموال خزاین متفرق ساخته لشکری عظیم جمع آورد وصمصام الدوله از بغداد ابو الحسین حاجبرا با سپاهی سنگین بدفع نامزد فرمود وشرف الدوله نیز یکی از اعیان امرای خودرا با طایفهٔ از دلیران در برابر ایشان فرستاد وهر دو سپاه با یکدیگر حرب کرده لشکر (10) صمصام الدوله منهزم شد وابو (11) الحسین حاجب اسیر ودستگیر گشت ودرین اثنا شرف الدوله رسولی پیش قرامطه فرستاد وچون رسول باز گشت بعرض شرف الدوله رسانید (12) که قرامطه از اوصاف واخلاق پادشاه پرسیدند من چنین وچنین گفتم ایشان گفتند از اینها چه حاصل که او در یکسال سه وزیررا عزل کرده وسه کس دیگر بوزارت منصوب ساخته (13)

---

(1) G. پیوست, wie E. mit folgendem و. (2) E. ودر حالت وفات او کلید. (3) E. چندانچه. (4) fehlt in D. (5) Statt قیم, welches nur das Collectivum von قیمة sein könnte, ist ohne Zweifel, obgleich meine drei Handschriften so lesen, قائم zu verbessern. Die Chronik des Heider setzt dafür مقری und Herbelot (s. v. *Fakhr al-doulat*) *Recteur de la Mosquée*. (6) E. باقیرا. (7) E. این خبر مصیبت اثر. (8) G. بدو. (9) E. کرده. (10) E und G. کردند ولشکر. (11) E und G. شده ابو. (12) G. رسانیدند. (13) E. ساخت.

وشرف الدوله تا آخر عمر دیگر رقم عزل بر صفحهء حال هیچ وزیر (1) نکشید ودر اوایل سنه خمس وسبعین وثلثمایه شرف الدوله لشکر باهواز کشید ببهانهء آنکه برادرم صمصام الدوله برادر دیگر مرا ابو نصر بهاء الدولهرا گرفته ومحبوس گردانیده وصمصام الدوله متوهم (2) گشته طالب (3) صلح شد وشرف الدوله از اهواز ببصره رفته آن ولایت بگرفت وصمصام الدوله بهاء الدولهرا از حبس بیرون آورده پیش شرف الدوله فرستاد ومصالحه بینهما بر آن مقرر شد که شرف الدوله امیر الامرا باشد ودر ولایت عراق نام شرف الدوله بر اسم صمصام الدوله در خطبه (4) تقدیم یابد ودر خلال این احوال چون شرف الدوله دانست که بعضی از اعیان واشراف عراق عرب میل باو دارند از صلح پشیمان شده لشکر (5) ببغداد کشید وصمصام الدوله با اصحاب تجربه مشورت فرموده (6) هر کس سخنی گفت واو از مجموع اعراض کرده (7) وبا تنی چند از خواص در زورق نشسته پیش شرف الدوله رفت وشرف الدوله مراسم تعظیم وتکریم بجای آورده چون (8) صمصام الدوله از مجلس بیرون آمد شرف الدوله باخذ وقید او فرمان داده بر بغداد مستولی گشت وحکومت صمصام الدوله ونهایت کار ومآل حال او عنقریب سمت گذارش خواهد یافت ان شا الله تعالی وشرف الدوله در شهور سنه تسع وسبعین وثلثمایه بیمار شد وچون اصحاب او از حیاتش نومید گشتند گفتند چون شاهزاده ابو علی قرة العین ملک اکنون در فارس است تا صحت یافتن پادشاه که بجای او نشیند گفت من بحال خود مشغولم شما دانید ایشان گفتند اگر رای اعلی (9) صواب بیند ابو نصر بهاء الدوله قائم مقام باشد تا فتنه حادث نشود شرف الدوله همان جواب گفت بالجمله چون شرف الدوله وفات یافت بهاء الدوله عزا داشت وطایع خلیفه در مجلس تعزیت حاضر گشت وچون بدار الخلافه مراجعت فرمود خلعت سلطانی از برای بهاء الدوله فرستاد ☆

١٠

ذکر حکومت صمصام الدوله بن عضد الدوله ☆

صمصام الدوله ابو کالنجار مرزبان بن عضد الدوله بعد از وفات پدر در بغداد بجای او بنشست وبرادران (10) خویش (11) ابو الحسین احمد وابو طاهر فیروزشاهرا

---

(1) E. رقم عزل بر وزیر. (2) E. متوجه. (3) G. گشت وطالب. (4) در خطبه fehlt in D und G. (5) E und G. شد ولشکر. (6) D. کرده. (7) E. کرد. (8) E. وچون. (9) G. عالی. (10) D und G. برادر. (11) E und G. خود.

خلعت داده بجانب فارس گسیل کرد وبا (1) ایشان گفت در حرکت مسارعت نمایید وجهد کنید که پیش از وصول شرف الدوله بشیراز شما بآن دیار رسید وایشان چون بارجان رسیدند شنیدند که شرف الدوله مسابقت نموده بر آن دیار استیلا یافته است لاجرم باهواز باز گشتند ودر سنه خمس وسبعین وثلثمایه اسفار بن شیرویه که یکی از امرای دیلم بود از صمصام الدوله مستشعر شده با برادرش بهاء الدوله بن عضد الدوله بیعت کرد وطایفهء از لشکریان متابعت او نمودند وصمصام الدوله عاجز شده از ماندار که یکی از لشکرکشان دیالمه بود وبوفور مهابت امتیاز داشت استمداد نمود وماندار التماس اورا اجابت کرده با اسفار جنگ کرد واورا منهزم ساخت وابو نصر بهاء الدولهرا گرفته پیش برادرش آورد وصمصام الدوله بحبس بهاء الدوله فرمان داد وصمصام الدوله قریب بچهار سال امارت بغداد کرده عاقبت (2) بدست برادر خود شرف الدوله گرفتار گشت وجمعی از امرا با شرف الدوله گفتند که اورا یا امارت باید داد یا بباید (3) کشت وشرف الدوله بهیچ یک از این دو قول عمل ننمود وبنابر مصلحت ملکی اورا بشیراز فرستاده فرمود تا در یکی از قلاع آن دیار مضبوطش نگاه (4) دارند وچون شرف الدوله مریض گشت باغرای بعضی از ارکان دولت مجد الدین شیرازی فراش (5) را بفارس فرستاد تا صمصام الدولهرا میل کشید وچون خبر موت شرف الدوله در فارس انتشار یافت مستحفظان قلعه صمصام الدولهرا از حبس بیرون آوردند ولشکری عظیم در ظل حمایت ورعایت او (6) مجتمع گشتند وبهاء الدوله این خبر شنیده با لشکرها متوجه صمصام الدوله شد وبعد از محاربات میان ایشان صلح واقع شد مشروط آنکه (7) بلاد (8) فارس وارجان تعلق بصمصام الدوله (9) باشد وخوزستان وعراق عرب متعلق ببهاء الدوله باشد (10) وبهاء الدوله ببغداد مراجعت نموده در تسکین فتنه که بهنگام غیبت او از عیاران در آن دیار صادر شده بود (11) سعی واهتمام نمود واهل فسادرا از میان برداشت ودر سنه ثمانین وثلثمایه اولاد عز الدوله بختیار (12) بن معز الدوله دیلمی که در قلعهء از قلاع فارس محبوس بودند باهتمام مستحفظان قلعه خلاص یافتند ودر قلعه که محبوس بودند مستولی گشته جمعی از دیالمه بخدمت ایشان شتافتند وصمصام الدوله ازین حال آگاه شده ابو علی بن استاد هرمزرا بجنگ ایشان فرستاد وابو علی آنجماعترا محاصره

---

(1) E. کرده با. (2) fehlt in D. (3) G. باید. (4) D. مضبوط نگاهش. (5) fehlt in D. (6) D und G. در ظل رایت او. (7) fehlt in E. (8) fehlt in G. (9) D. fügt داشته ein. (10) fehlt in E. (11) fehlt in E. (12) fehlt in D.

کرده اولاد عز الدوله که شش نفر بودند عاجز شده امان طلبیدند وابو علی ایشانرا به امان از قلعه بیرون آورده پیش صمصام الدوله برد (1) وصمصام الدوله دو نفر از اولاد بختیار (2) را کشته چهار نفر (3) دیگررا محبوس ساخت وبعد ازین قضیه اساس صلح میان بهاء الدوله وصمصام الدوله (4) منهدم گشته صمصام الدوله ابو علی بن استاد هرمزرا که سرداری صاحب وجود با تدبیر بود (5) بدفع فتنهء بهاء الدوله نامزد فرمود ومیان ابو علی ولشکر بهاء الدوله محاربات روی نموده در جمیع معارک ابو علی فایق می آمد (6) وعاقبت بهاء الدوله بنفس خویش متوجه ابو علی گشت وچند نوبت با یکدیگر حرب کردند ودر (7) جمیع آن حروب نسیم نصرت بر پرچم رایت ابو علی می وزید وچون قریب بآن شد که بهاء الدوله یکبارگی مستاصل گردد خبر قتل صمصام الدوله در لشکر (8) ابو علی انتشار یافت وسبب کشته شدن او آنکه لشکر (9) خود عرض کرد (10) وهر کس که در (11) صحت نسب او بدیلم شبههء بود (12) نام او از دفتر حک مینمود وبعضی از سپاهیان چون از علوفه نومید شدند مستحفظان اولاد بختیاررا فریفته ایشانرا از بند بیرون آوردند وجمعی کثیر از اراذل واوباش بخدمت ایشان پیوسته چون (13) جمهور لشکر صمصام الدوله بمحاربهء بهاء الدوله رفته بودند او بالضروره خواست که در قلعهء از قلاع فارس (14) متحصن شود کوتوال صمصام الدولهرا راه نداد واو با سیصد مرد مفلوک بدودمان که موضعیست در دو فرسخی (15) شیراز رسیده طاهر نام مهتر اورا گرفته پیش ابو نصر بن بختیار برد وابو نصر صمصام الدولهرا در ذی حجه سال مذکور بقتل رسانید مدت حکومت او در فارس نه سال وهشت ماه بود وصمصام الدوله حلم (16) وکرمی بی نهایت داشت وبعد از قتل صمصام الدوله مادرشرا نیز کشتند (17) ومادر وپسررا در دکانچه (18) که بر در سرای امارت بود دفن کردند وچون بهاء الدوله بفارس آمد ایشانرا از قبر بیرون آورده در مقبرهء آل بویه دفن فرمود (19) ✿

---

(1) E. .برده (2) D. .عز الدوله (3) E. .تن (4) وصمصام الدوله fehlt in E. (5) G. .وجود بود وبا تدبیر (6) G. آمد ohne .مى (7) E. در ohne .و (8) E. .لشکرگاه (9) fehlt in E. (10) E. .میکرد (11) G. .او (12) G. .داشت (13) E und G. .پیوستند وچون (14) fehlt in D. (15) D und G. .فرسنگی (16) D. .خلق (17) D. میل کشیدند d.i. sie blendeten. (18) D. کانچه d.i. einer kleinen Gruft. G. .دو کنجه (19) G. .کردند

Der Satz von وچون بهاء الدوله bis zum Ende dieses Abschnitts fehlt in E.

۱۱

ذکر حکومت بهاء الدوله ابو نصر بن عضد الدوله ☆

بعد از وفات شرف الدوله امارت بغداد ببهاء (1) الدوله قرار گرفت ودر سنه احدی وثمانین وثلثمایه بهاء الدوله طایع عباسی‌را از خلافت خلع کرد وسببش آنکه لشکریان از بهاء الدوله مرسومات طلبیدند ونقدی در خزانه موجود (2) نبود بهاء الدوله وزیر خودرا مصادره کرده ازوی چندان چیزی حاصل نشد که بمرسومات (3) سپاه وفا کند ابن معلم که در دولت بهاء الدوله صاحب اختیار بود با او گفت که طایع خلیفه مال فراوان دارد اورا بگیر ومال اورا بلشکریان قسمت نمای (4) ودیگریرا بجای او بر مسند خلافت بنشان وابن معلم این صورت‌را در نظر بهاء الدوله سهل وآسان نمود وبهاء الدوله الطایع بالله از خلافت خلع کرده بامیر (5) المؤمنین القادر بالله بیعت کرد وبعد از آن ابن معلم‌را بواسطهء آنکه با مردم حسن معاشرت (6) نداشت بگرفت ولشکریان بنابر آنکه از ابن معلم آزرده خاطر بودند اورا (7) طلب داشتند وهر چند بهاء الدوله با ایشان گفت که از سر او بگذرید قبول نکردند وبناچار بهاء الدوله ابن معلم‌را بایشان (8) تسلیم نمود ولشکریان دو نوبت (9) اورا زهر دادند وکار نکرد عاقبت حلقش‌را چندان بفشردند (10) که دیگر نفس (11) نزد ودر ایام حکومت بهاء الدوله چون پسران بختیار صمصام الدوله‌را کشتند مکتوبی به ابو علی بن استاد هرمز فرستادند (12) مبنی از آنکه اعتماد واعتضاد ما بر تست وظیفه آنکه بیعت ما از سپاه بستانی ودر دفع بهاء الدوله سعی بلیغ نمایی وچون ابو علی از ابنای بختیار توهمی داشت چه قتل دو پسر بختیاررا که صمصام الدوله کشته بود از اشارت او میدانستند لاجرم از خدمت ایشان اعراض کرده رسولی (13) پیش بهاء الدوله فرستاد واز برای خود ودیالمه امان خواست وبهاء الدوله ممنون شده ابو علی وسایر امرای اورا (14) امان داد وبا ایشان پیغام فرستاد که شمارا گناهی نیست چه صمصام الدوله برادر من که ولی (15) نعمت شما بود شمارا بمحاربهء من فرستاد اکنون طلب خون او بر همه (16) واجب است ودیلمیان از بهاء الدوله ایمن گشته سر بر خط فرمان او نهادند وطایفهء از اعیان ایشان پیش بهاء الدوله رفته بنیان

---

(1) E. بر بهاء. (2) fehlt in D. (3) E. بارزاق. (4) D. کن. (5) D. کرد وبامیر. (6) E. معاشی. G. معاش. (7) G. واورا. (8) D. بدیشان. (9) E. بار. (10) D. فشردند. E. ببفشردند. (11) E. دم. (12) D. فرستاد. (13) E und G. کرد ورسولی. (14) E und G. امرارا. (15) E und G. setzen für که ولی: وولی. (16) E. fügt کس hinzu.

پیمانرا بپایان مشید (1) گردانیدند وخبر بجمعی از دیالمه که در شهر سوس بودند فرستادند که ما با امیر بهاء الدوله صلح کردیم شما نیز از شهر بیرون آیید ایشان گفتند که چون ملک قدم رنجه فرماید (2) ما شرف پاییبوس حاصل کنیم وچون روز دیگر بهاء الدوله با سپاه خود بظاهر سوس رسید دیالمه از شهر بیرون آمده حرب صعب آغاز کردند وبهاء الدوله دلتنگ شده دیلمیان سلاحها (3) بینداختند وگفتند که (4) عادت دیلمیان چنین است که بعد از صلح جنگ سخت کنند تا مردم حمل بر عجز ایشان (5) نکنند وچون در اهواز بهاء الدولهرا منازعی نماند ابو علی بن استاد هرمزرا بتسخیر فارس نامزد فرمود (6) وابو علی بدانجانب رفته آن ولایترا از دست پسران عز الدوله بختیار انتزاع نمود وخبر (7) این فتح چون بسمع بهاء الدوله رسید متوجه شیراز شد وچون بر سریر فارس متمکن گشت فرمان داد تا مردم قریهٔ دودمانرا بجریمهٔ آنکه صمصام الدولهرا گرفته (8) بپسران بختیار سپرده بودند بکشتند (9) وآتش در آن ده زده دود از دودمان ایشان بر آورد وابو جعفر بن استاد هرمزرا با طایفهٔ از متجنده بکرمان فرستاد وابو جعفر تمامت آن ولایترا در تحت تصرف آورد (10) ودرین اثنا ابو نصر بن عز الدوله بختیار که از ابو علی بن استاد هرمز گریخته بمیان دیلم (11) رفته بود با جمعی از آن طایفه روی بکرمان نهاد وابو جعفر با او جنگ کرده ومنهزم گشته پناه (12) بسیرجان برد وابو نصر بجانب جیرفت رفته عمال وداروغگان بگرمسیرات کرمان (13) فرستاد وتمام (14) آن نواحی بطاعت (15) او در آمدند وچون بهاء الدوله بر کیفیت این حادثه (16) اطلاع یافت موفق بن اسمعیلرا با بعضی از سپاه بدفع این فتنه (17) نامزد فرمود (18) موفق لشکر بجیرفت کشید وابو نصر بن بختیاررا در آنجانب نیافت از مردم خبر او پرسید (19) گفتند از اینجا تا لشکرگاه (20) او هشت فرسخست (21) وموفق از سپاه خود سیصد مرد (22) اختیار کرده روان شد وچون بآن موضع که نشان داده

---

(1) G. مؤکد ومشید. (2) G. دارد. (3) D. سلاح. (4) fehlt in D und G. (5) fehlt in D und G. (6) D. کرد. (7) E. نموده خبر. (8) fehlt in G. (9) E und G. بکشت. (10) Der Satz von وابو جعفر an bis hieher fehlt in D und G. (11) D. دیالمه. (12) G. منهزم گشت وپناه. E. läſst پناه aus und setzt منهزم گشته بسیرجان ohne و. (13) fehlt in E. (14) E. ومجموع. (15) D. باطاعت. (16) D. اینحال. (17) D und G. حادثه. (18) E. کرد. (19) E. پرسیده. (20) D. لشکر. (21) E. فرسنگست. (22) E. نفر.

بودند(1) رسید اثری از ابن بختیار ندید وپیش از طلوع فجر از اینجا نیز رحلت نموده بعد(2) از قطع منازل وطی مراحل بسر او رسید وهر(3) دو فریق تیغ وخنجر بر یکدیگر نهادند عاقبت(4) ابن بختیار فرار بر قرار اختیار کرد ودر اثنای گریز شخصی هم از ملازمان او بیک ضربتش بر زمین افکند ورفت تا موفقرا از آنحال(5) خبر کند دیگری رسید وسر ابن بختیاررا از بدن جدا کرده نزد موفق برد وموفق خلق بسیار از هزیمتیان(6) کشته تمامت ممالک کرمان اورا صافی شد واز غرایب اتفاقات آنکه منجمی پیش از کشته شدن ابو نصر بن بختیار(7) با موفق گفته بود که در فلان دوشنبه ابو نصر کشته خواهد شد وچون پنج روز بآن دوشنبه(8) ماند موفق با منجم(9) گفت که وعدهء تو نزدیک رسید وما از ابو نصر خبری نداریم منجم گفت(10) اگر او در آن روز کشته نشود تو مرا بکش واگر بقتل رسد باید که در بارهء من شرایط احسان وامتنان بتقدیم رسانی وابو نصر در آن دوشنبه که منجم گفته بود کشته گشته موفق(11) مال بسیار بمنجم داد واورا(12) از جملهء اغنیا گردانید وبعد ازین فتح موفق(13) نایبی در کرمان گذاشته بخدمت بهاء الدوله رفت وبهاء الدوله انواع عواطف وعوارف در شان موفق ارزانی داشته مراسم تعظیم وتکریم او بجای آورد اما در همان چند روز بسبب آنکه از خدمت وملازمت استعفا میخواست وهر چند بهاء الدوله منع میکرد ممتنع نمیشد بهاء الدوله اورا گرفته بند کرد وبعد از چند گاه بقتل وی(14) فرمان داد ودر سنه احدی واربع مایه امیر(15) الجیوش ابو علی در بغداد وفات یافت زمان عمرش چهل ونه سال بود ومدتها امارت بغداد وعراق تعلق باو(16) میداشت وبا خلق خدای معاش پسندیده میکرد ودر دولت بهاء الدوله هیچکس باعتبار او نبود ودر سنه ثلث واربع مایه بهاء الدوله بمرض صرع(17) در گذشت وتابوت اورا بمشهد امیر المؤمنین علی علیه السلام برده در آنجا مدفون ساختند زمان حیاتش چهل سال ونه ماه بود(18) ومدت سلطنتش بیست وچهار سال ✿

---

(1) Die Worte که bis بودند fehlen in D. (2) G. وبعد. (3) G. رسیده هر. (4) D. وعاقبت. (5) E. این صورت. (6) Diese Form fehlt in den Wörterbüchern. (7) E. که پیش از کشتن ابو نصر بن بختیار منجمی. (8) E und G. بدوشنبه. G. läſst چون weg. (9) Diese beiden Worte fehlen in D. (10) Die Worte von که bis گفت fehlen in G. (11) E und G. کشته گشت وموفق. (12) E und G. داده اورا. (13) fehlt in D. (14) D. او. (15) E und G. عمید. (16) G. بوی. (17) D. صعب. (18) fehlt in D.

١٢

ذكر حكومت مجد الدوله بن فخر الدوله بن ركن الدوله بن بويه ✿

بعد از فوت فخر الدوله ارکان دولت او (1) پسرش مجد الدولهرا که در اوان طفولیت بود بر تخت نشاندند (2) ومادرش سیده که عورتی عاقله بود بتدبیر امور ملک اشتغال نمود وسیاستی چنان داشت که در مجموع مملکت هیچکس بی وقوف او در هیچ امر از جزوی وکلی شروع نمی توانست نمود (3) ودر سنه تسعین وثلثمایه سیده مجد الدولهرا بگرفت وسبب آنکه چون مجد الدوله بسن بلوغ رسید با مادر در امر پادشاهی تنازع نمود ووزارت خویش بی رضای والده بخطیر (4) ابو علی داد وسیده از پسر رنجیده بقلعهء طبرک رفت وابو علی موکلان بر سیده گماشت تا نگریزد وسیده در جوف لیل از قلعه بزیر آمده راه خوزستان پیش گرفت وچون حاکم آن دیار بدر بن حسنویه از توجه سیده آگاهی یافت تا دهانهء (5) خوزستان باستقبال شتافت وزمین خدمت بوسیده از تواضع نکتهء (6) مهمل نگذاشت ولشکرها فراهم آورده در رکاب سیده بجانب ری توجه نمود وبا مجد الدوله محاربه کرده واورا با وزیر اسیر کرده سیده (7) در ملک متمکن شد وبدر (8) بن حسنویهرا با خلعتهای فاخر وعطایای وافر باز گردانید وشرایط معدلت بتقدیم رسانیده قواعد جهانداری مشید گردانید (9) روز بار در پس پردهء رقیق نشستی وبا وزیر وعارض سخن کردی ودر جواب رسل اطراف بی تلقین کسی سخن گفتی وسخنان مناسب سنجیده ✿

گویند سلطان محمود غزنوی بدو پیغام فرستاد که خطبه وسکه بنام من موشح گردان والا جنگرا (10) آماده باش سیده جواب داد که تا شوهرم در قید حیات بود ازین صورت می اندیشیدم که اگر سلطان چنین فرماید تدبیر چه باشد (11) اکنون از آن (12) فارغم جهت آنکه سلطان محمود پادشاه عاقل فرزانه است ومهم حرب در غیب اگر بر من ظفر یابد چندان نامی نباشد که بر بیوه زنی قادر گردد (13) واگر از من شکست یابد رقم این عار تا دامن قیامت از صفحهء روزگار او محو نشود (14)

---

(1) fehlt in E und G. (2) E. بنشاندند. (3) Der Satz von سیاستی bis نمود fehlt in D. (4) E. بخطیب. (5) Im Tharich Heidari steht dafür تا بدربند. (6) G. دقیقهء. (7) Die Worte von بجانب bis سیده fehlen in E. Für سیده setzt G. وسیده. (8) G. شده بدر. (9) E. در قواعد جهانداری مشید شد. (10) D. جنگ ohne را. (11) G. جواب چگویم. (12) E. ازین. (13) E. شود. (14) E. نگردد.

توانکه که بر من شوی دست یاب
زن بیوهرا داده باشی جواب
من ار بر تو جویم بهنگام کین
بوم قایم انداز روی زمین
ازین هم نبردی چو روباه وگرگ
تو سر کوچک آیی ومن سر بزرگ (1)

وبابین جواب باصواب سلطان محمود از سر خصومت او در گذشت وتا سیده در حیات بود قصد مملکت او نکرد (2) وسیده بعد از چند گاه با پسر دل خوشی کرده مجد الدوله بر سریر مملکت (3) خویش بر آمد واما همچنان زمام اختیار امور در کف کفایت سیده بود وسیده برادر مجد الدوله شمس الدولهرا بهمدان فرستاد وابو جعفر کاکویهرا بحکومت اصفهان نامزد فرمود وتا سیده در حیات بود ملک مجد الدوله رونقی تمام داشت وچون او وفات یافت هرج ومرج بمملکت مجد الدوله راه یافت ودر اوایل سنه عشرین واربعمایه سلطان محمود غازی بعزم استخلاص (4) عراق (5) از غزنین بیرون آمده بعد (6) از قطع منازل چون بمازندران رسید منوچهر بن شمس المعالی قابوس بن وشمگیر باو پیوست وتحفهای پادشاهانه گذرانید وبعد از چند روز بجرد توهمی بی رخصت بولایت خویش رفت اما چهار صد هزار دینار بما یحتاج سپاه سلطان فرستاده عذر خواهی نمود وسلطان (7) از سر ذلت (8) او در گذشت ودرین اثنا مجد الدوله مکتوبی بسلطان (9) فرستاده از لشکریان (10) خود شکایت کرد واو پیوسته بمصاحبت زنان ومطالعهٔ کتب (11) مشغول بود وسلطان بر مجاری احوال او اطلاع یافته لشکر سنگین نامزد ری (12) کرد وبا امیر لشکر گفت سعی نمای که مجد الدوله ماخوذ ومقید گردد وچون مردم سلطان بری در آمدند

---

(1) Statt dieser Verse, welche in der Handschrift D. mitgetheilt werden, geben E und G. mit der Einleitung ومردم گویند das nachfolgende Distichum:

چو از راستی بگذری خم بود
چه مردی بود کز زنی کم بود

(2) Die Worte von وتا bis نکرد fehlen in E und G. (3) E und G. بسر ملک. (4) fehlt in E und G. (5) G. fügt وعجم hinzu. (6) D. آمد وبعد. (7) E. تا سلطان. (8) Vielleicht زلت. (9) E. نزد سلطان محمود. (10) D. امرا ولشکریان. (11) E. بمطالعهٔ کتب ومصاحبت زنان. G. بمصاحبت ومطالعهٔ کتب. (12) D. وی. In G. fehlt sowohl ری als وی.

مجد الدوله بایشان ملحق شد وحاجب سلطان که امیر لشکر بود مجد الدوله (1) وابو دلفرا که پسرش بود (2) بگرفت واین خبر مسموع سلطان گشته تا (3) بولایت ری هیچ جا عنان باز نکشید (4) واز خزانهء ری مبلغ (5) هزار هزار دینار نقد وموازی پانصد هزار دینار جواهر وششهزار طاق (6) جامهء ابریشمینه وآلات طلا ونقره پیش سلطان آوردند وسلطان محمود مجد الدولهرا حاضر گردانیده پرسید که شاهنامه که تاریخ ملوک فرس است وتاریخ طبری که متضمن وقایع ارباب اسلام نیز هست دیدهء گفت بلی سلطان فرمود که شطرنج باختهء گفت بلی (7) سلطان فرمود که در آن کتب هیچ مسطور شده که در یک مملکت دو پادشاه حکومت کرده اند ودر بساط شطرنج در یکخانه دو پادشاه دیدهء گفت نه (8) سلطان فرمود (9) که ترا چه چیز بران داشت که اختیار خود بکسی دادی که از تو بقوتترست آنگاه مجد الدولهرا با پسر ونواب بند کرده بغزنین فرستاد ومکتوبی بقادر خلیفه ارسال نموده در آن نامه قلمی کرد که ما بری در آمدیم (10) ومجد الدولهرا گرفتیم (11) ودر سرای او پنجاه زن آزاد یافتیم از آنجمله سی وکسری مادر فرزندان شده (12) بودند ازوی سوال کردم که این زنان بکدام مذهب نگاه (13) میداشتی جواب داد (14) که عادت اسلاف ما چنین بوده که زنانرا متعه کرده نگاه میداشتند (15) وجمعی از باطنیان که ملازم او بودند بردار کردیم ومعتزله که در ری اقامت داشتند همهرا کوچانیده بخراسان فرستادیم گویند در کتبخانهء (16) مجد الدوله کتب بسیار یافتند آنچه مشتمل بود بر سخنان حکما واهل اعتزال بموجب فرمان سوخته گشت وباقیرا بخراسان بردند وسلطان پسر خود مسعودرا در ری گذاشته خود بغزنین معاودت فرمود چنانچه سابقا مذکور (17) گشت ☆

---

(1) G. ومجد الدوله. (2) In G. fehlt in diesem Satze که. E. وپسرش ابو دلفرا. (3) G. گشت وسلطان تا. (4) E und G. در هیچ مکان توقف ننمود. (5) fehlt in D, wo auch statt ری gesetzt ist نسی. (6) fehlt in E. (7) E. آری. (8) G. نسی. (9) In E. fehlt die ganze Stelle von که در آن کتب bis فرمود. (10) E. آمدیم. G. آمده ایم, beide ohne در. (11) G. گرفته ایم. (12) fehlt in E. (13) fehlt in D. (14) E. در جواب گفت. (15) Die Worte که زنانرا bis میداشتند fehlen in E und G. (16) D. کتابخانه. (17) G. مسطور.

۱۳

ذکر حکومت سلطان الدوله بن بهاء الدوله بن عضد الدوله ☆

چون بهاء الدوله در ارجان (1) وفات یافت سلطان الدوله قایم مقام او شده از ارجان بشیراز رفت وبرادر خود جلال الدوله‌را ببصره فرستاد وبرادر دیگر ابو الفوارس‌را بکرمان روان کرده چون (2) ابو الفوارس در کرمان متمکن گشت جمعی از دیالمه اورا برآن داشتند که با برادر باغی شد (3) ولشکر فراهم آورده روی بشیراز نهاد وچون سلطان الدوله در فارس (4) نبود (5) بآسانی بر آن دیار استیلا یافت وسلطان الدوله بر کیفیت حادثه مطلع شده وسپاهی جمع کرده روی ببرادر (6) نهاد (7) وابو الفوارس از شیراز بیرون آمده بسلطان (8) الدوله محاربه نمود ومنهزم (9) بکرمان (10) باز گشت (11) وسلطان الدوله از عقب او بآنجانب نهضت فرمود وابو الفوارس کرمانرا (12) گذاشته متوجه خراسان گشت وچون بیمین الدوله محمود پیوست محمود (13) در اعزاز واکرام (14) او مبالغه نموده در مجلسی که پادشاه زادگان نشسته بودند اورا بر دارای بن شمس المعالی قابوس بن وشمگیر مقدم بنشاند (15) واین معنی بر دارا گران آمده ☆ در آن مجلس بر زبان آورد که پدران او خدمت آبای ما کرده اند ومرادش ازین سخن آن بود که عماد الدوله وبرادرانش در زمان سابق بملازمت مرداویج بن زیاد (16) عم قابوس قیام می نموده اند سلطان محمود گفت او بر تو سمت تقدم دارد که آبای او بضرب شمشیر مملکت گرفته اند وعرض سلطان ازین سخن تعریف خود بود که بمحاربه ملک از سامانیان انتزاع نموده بود بالجمله سلطان یمین الدوله محمود پرتو التفات بر حال ابو الفوارس افکنده بعد از اندک مدتی (17) ابو سعید طایی‌را که در سلک امرا عظام انتظام داشت با سپاه انبوه همراه او بجانب عراق فرستاد وایشان نخست بکرمان رفته آن ولایت‌را ضبط نمودند واز آنجا بجانب فارس متوجه گشته شیرازرا نیز گرفتند ودرین حین (18) سلطان الدوله در بغداد بود وابو الفوارس در رعایت ابو سعید اهمال وامهال ورزیده او آزرده خاطر باز گشت ودر

---

(1) E und G. an dieser und der nachfolgenden Stelle اوجان. (2) E. کرد وچون. G. فرستاد وچون. (3) E. شده. (4) D. شیراز. (5) E. schaltet او ein. (6) E. به برادر. (7) E. آورد. G. کرد. (8) E. آمد وبا سلطان. G. آمده با سلطان. (9) E und G. نموده منهزم. (10) G. بکرم. (11) E. معاودت کرد. G. معاودت نمود. (12) E und G. کرمان ohne را. (13) fehlt in E. (14) D. واحترام. (15) D. نشاند. (16) E. مرداونج بن زبار. (17) E. فرصتی. (18) E und G. اوقات.

مجلس سلطان از ابو الفوارس[1] شکایت کرد وبعد از معاودت ابو سعید سلطان الدوله
از بغداد بیرون آمده بر سمت شیراز در حرکت آمد وابو الفوارس فارس‌را گذاشته بکرمان
رفت وسلطان الدوله لشکری از عقب او ارسال کرده ابو[2] الفوارس چون با سلطان
محمود راه آشتی نگذاشته بود عازم همدان شده بشمس الدوله بن فخر الدوله پیوست واز
آنجا ببطایح رفت ومهذب[3] الدوله صاحب بطایح در اکرام واحترام غایت مبالغه
بجای آورده تحفهای لایق پیشکش کرد ودرین اثنا جلال الدوله برادر ابو الفوارس از
بصره جامهای قیمتی واسپان تازی ونقرهء فراوان پیش او فرستاده پیغام داد که اگر باین
صوب تشریف آورده شود بمراسم بندگی قیام نموده آید مقارن اینحال رسل میان برادران
متردد شده قرار بآن دادند که سلطان الدوله بدستور پیشتر کرمانرا بابو الفوارس گذارد[4]
واو نیز بعد ازین مخالفت برادر جایز ندارد ودر سنه تسع واربع مایه بار دیگر[5] ابو
الفوارس در کرمان حاکم شد ودر سنه احدی وعشر واربع مایه اکثر لشکر عراق بخدمت
ابو علی حسن بن بهاء الدوله که اورا مشرف الدوله گویند میل کردند ونواب سلطان
الدوله باو گفتند که ابو علی‌را میباید گرفت والا فتنه حادث خواهد شد وسلطان الدوله
قصد گرفتن او کرد اما میسر نشد وچون جمهور لشکریان بخدمت مشرف الدوله
پیوستند سلطان الدوله مستشعر گشته بواسط رفت ومیان برادران نزاع قایم شده[6] آخر
الامر قرار بآن دادند که هیچ یک ابن سهلانرا وزارت نفرمایند ومشرف الدوله بنیابت برادر
در عراق عرب بامارت قیام نماید وسلطان الدوله در فارس واعواز مقیم باشد وبنابرین[7]
قرار سلطان الدوله از واسط باعواز رفت وچون به تستر رسید منصب وزارت بابن سهلان
تفویض فرمود[8] ومشرف الدوله ازین صورت مستوحش گشت چه بر آن مقرر[9] شده
بود که اورا در امور مملکت مدخل ندهند وسلطان الدوله لشکری مرتب ساخته مصحوب
ابن سهلان گردانید تا مشرف الدوله‌را از عراق بیرون کند ومشرف الدوله بقدر میسور
سپاهی جمع آورده باستقبال او روان شد وبعد از محاربه ابن سهلان منهزم شده پناه[10]
بقلعهء واسط برد ومشرف اورا محاصره نموده قحطی عظیم در حصار روی نمود وآن
عسرت[11] بمرتبهء رسید که از سگ وگربه نشان نماند وچون مهم بر اهل واسط

---

(1) Die Worte von در رعایت bis ابو الفوارس fehlen in E. (2) D. کرد وابو. (3) E. ومهذب. (4) E. گذاشت. (5) Die Worte بار دیگر fehlen in D. Die Handschrift E. läfst an dieser Stelle die Jahrzahl aus und setzt dafür: تا بار دیگر. (6) E. شد. (7) E und G. برین. (8) D. نمود. (9) E. مقرر چنان. (10) D. گشت وپناه. (11) E. نموده عسرت.

دراز(1) گشت ابن سهلان بعهد وپیمان(2) شرف دستبوس مشرف الدوله حاصل کرد ودر ذی حجه سنه احدی وعشر واربع مایه مشـــرف الدوله ملقب شاهنشاه گشت ونام سلطان الدوله از خطبه بیفکنند ودر سنه اثنی وعشر برادرش جلال الدوله که حاکم بصره بود با او در مقام موافقت آمده باتفاق ابن سهلانرا میل کشیدند وازین قضیه آثار ضعف وانکسار در وجنات(3) احوال سلطان الدوله ظاهر(4) شد وترکانی که در اهواز بودند با توابع سلطان الدوله جنگ کرده دست بغارت اموال وامتعهء ایشان بر آوردند ✿

١۴

ذکر حکومت ابو علی مشرف الدوله بن بهاء الدوله ✿

در ابتدای سنه اثنی وعشر واربعمایه در بغداد خطبه بنام مشرف الدوله خوانده برادرش(5) سلطان الدولهرا نام نبردند وجمعی از دیالمه که توابع ایشان(6) در اهواز بودند از مشرف الدوله رخصت طلبیدند که به آن سر زمین رفته واهل وعیال خود دیده مراجعت نمایند ومشرف الدوله دستوری داده وزیـــر خویش ابو غالب مصحوب ایشان گردانید وچون دیالمه باهواز رسیدند ابو غالبرا مغلوب ساخته کشتند وترکان که دم از ولای(7) مشرف الدوله میزدند گریخته پناه بجزیـــر بن رییس(8) بردند وچون خبـــر کشته شدن وزیر بسلطان الدوله رسید بغایت فرحان گشت چه ازوی توهّمی عظیم(9) داشت وپسر خود ابو کالنجاررا باهواز فرستاد ودر سنه ثلث وعشر واربع مایه میان سلطان الدوله ومشرف الدوله مصالحه واقع شد قرار بر آنکه عراق عرب متعلق بمشرف الدوله باشد وفارس وکرمان بسلطان الدوله وسوگند خوردند که هیچ یک قصد ولایت یکدیگر(10) نکنند(11) ودر سنه خمس وعشر سلطان الدوله در شیراز وفات یافت وپسرش ابو کالنجار در اهواز بود ابن مکرم از شیراز مسرعان بطلب او فرستاد وترکان(12) که در فارس اقامت داشتند مکتوبی بکرمان فرستاده ابو الفوارسرا طلب داشتند واو(13) از کرمان بیرون آمده پیش از وصول ابو کالنجار بشیراز رسید وابن مکرمرا گرفت(14) وابو قاسم پسر ابن مکرم

---

(1) E. دشوار. (2) D. پیمان ohne و. (3) D. وحنات. (4) E. لایح وظاهر. (5) E. خوانند وبرادرش. G. از برادر اش. (6) Die Worte توابع ایشان fehlen in D. In G. steht: که در اهواز تابع ایشان. (7) E. schaltet امیر ein. (8) D. بجزیره ابن. E. بخوبیر رییس. (9) fehlt in E. G. عظیم توهّـــی. (10) E. دیگری. (11) E. نکنند. (12) E. دهبین. G. فرستاده ترکان. (13) E und G. وابو الفوارس. (14) G. بگرفت. وترکانی.

که در خدمت ابو کالنجار بود اورا بسر گرفتن (1) شیراز ترغیب وتحریص نمود وابو کالنجار (2) از اهواز وخوزستان لشکری سنگین ترتیب داده (3) متوجه فارس (4) شد وابو الفوارس چون تاب مقاومت او نداشت بجانب کرمان معاودت نمود ✿

۱۵

ذکر حکومت ابو کالنجار بن سلطان الدوله بن بهاء الدوله ✿

چون عمش ابو الفوارس بجانب کرمان توجه نمود ابو کالنجار بشیراز در آمده سلطنت بروی قرار یافت (5) ودیالمه متفرق بدو فرقه شدند بعضی گفتند که ابو الفوارسرا (6) از کرمان بیرون باید کرد وبرخی کلمهء الصلح خیر بر زبان می (7) آوردند ودرین اثنا لشکریان شغب کرده (8) مرسومات خود طلب داشتند (9) ودر خزانه نقدی (10) موجود نبود ابو کالنجار بنابر صغر سن در ضبط ودارایی سپاه (11) عاجز آمد لاجرم از شیراز بیرون آمده بنوبندجان (12) رفت وبواسطهء شدت حرارت هوا اکثر لشکریان وی (13) در آنجا بیمار شدند واو (14) از آنجا بشعب بوان رفت وطایفهء از (15) دیالمه که در شیراز بودند مسرعی بابو الفوارس فرستاده پیغام دادند (16) که شهر خالیست وخدمتش بار دیگر لشکر بآنجانب کشیده دیالمه شهررا (17) تسلیم (18) کردند وابو الفوارس بعد از استیلا بر (19) شیراز متوجه شعب بوان گشت (20) وچون بدان حدود رسید مصلحان در میان آمده گفتند صلاح در آنست که شیراز وکرمان از ابو الفوارس باشد وابو کالنجار بحکومت اهواز قناعت نماید وابو الفوارس بشیراز مراجعت نموده ابو کالنجار بارجان (21) رفت ووزیر ابو الفوارس مردم فارسرا بمثابهء مصادره کرد که جمعی که بطلب (22) او فرستاده بودند از حرکت خویش پشیمان گشتند وبرخی ازیشان گریخته بابو کالنجار پیوستند وباز میان عم وبرادر زاده نزاع ومخاصمت پدید آمده ابو کالنجار روی بفارس آورد وابو الفوارس لشکری (23) مرتب ساخته باستقبال او از شهر بیرون رفت وبعد از

---

(1) G. برفتن. (2) Die Worte von بشیراز رسید bis وابو کالنجار fehlen in E. (3) E und G. کرده. (4) D. شیراز. (5) D. گرفت. (6) E. läfst die Sylbe را weg und schaltet نیز ein. (7) fehlt in D. (8) D. کردند. (9) G. طلبیدند. (10) E. نقد. (11) G. ملک وسپاه. (12) D. بنوبندجون. (13) E. لشکر او. G. او für وی. (14) fehlt in G. (15) fehlt in D. (16) E. فرستادند وپیغام. (17) E. شهر ohne را. (18) E. fügt او hinzu. (19) fehlt in E. (20) E und G. شد. (21) E. باوجان. (22) fehlt in G. (23) D. لشکر.

حرب بسیار انهزام یافته بطرف (1) دارابجرد شتافت وابو کالنجار بر تخت فارس متمکن شد (2) وباقی حالات او عنقریب رقم زدهٔ کلک بیان خواهد گشت انشا الله (3) ✿

۱۹

ذکر حکومت جلال الدوله بن بهاء الدوله ✿

در ربیع الاول سنه ست وعشر واربع مایه مشرف الدوله بسرای آخرت تشریف برد (4) مدت عمرش بیست وسه سال وسه ماه بود وحکومتش (5) پنج سال وبیست وپنج روز بود (6) ودر حین وفات او برادرش ابو طاهر جلال الدوله در بصره بود وبعد ازوی در بغداد نام جلال الدولهرا ردیف نام خلیفه گردانیده بطلب (7) او مسرعان فرستادند وخدمتش در حرکت بجانب دار السلام چند روز تعلل نمود تا آخر (8) نام اورا از خطبه بیفکندند (9) وجلال الدوله ازین حال خبردار شده (10) متوجه بغداد (11) گشت وچون بدان حدود رسید طایفهٔ از سپاه خلیفه بقدم ممانعت پیش رفتند (12) واو ممتنع نشده کار (13) بحرب سرایت کرد وبعضی از خزاین جلال الدوله بتاراج رفته خدمتش (14) بضرورت مراجعت نموده ببصره شتافت (15) ودر سنه سبع وعشر واربع مایه اتراك بر بغداد مسلط شده بمصادره ومواخذهٔ رعایا (16) مشغول گشتند ومیان ایشان وعامه محاربات واقع شده ترکان غالب آمدند وبسیاری از متمولانرا غارت کردند ودروب واسواق بغدادرا بسوختند (17) وبا وجود غلبه چندیان بتوهم آنکه (18) اکراد واعراب نواحی دار السلام قصد شهر کنند وایشان نتوانند مانع آمد بطلب جلال الدوله فرستادند ودر جمادی الاول سنه ثمان وعشر بار دیگر در بغداد خطبه (19) بنام او خواندند ودر رمضان سنه مذکوره (20) جلال الدوله از بصره ببغداد شتافت وبدار الخلافه رفته زمین خدمت ببوسید وخلیفه در احترام او مبالغهٔ تمام فرمود وبعد از آن جلال الدوله در سرای امارت

---

(1) D und G. یافت وبطرف. E. بجانب. (2) E und G. گشت. (3) D. fügt hinzu: وحده العزیز. (4) G. فرموده. E. قدم ارزانی داشت. (5) G. وایام حکومتش. E. ودر ایام حکومتش. (6) fehlt in E. (7) E und G. گردانیدند وبطلب. (8) fehlt in E. (9) E. بیفکنده. (10) E und G. خبر یافته. (11) fehlt in D. (12) E und G. آمدند. (13) E. نمی شد وکار. (14) E und G. رفت واو. (15) D. ببصره مراجعت نموده. (16) D. رعا. (17) D. سوختند. (18) G. schaltet اکثر ein mit Weglassung des و vor dem folgenden ایشان. (19) G. schaltet وسکه ein. (20) Die ganze Stelle von جلال الدوله bis مذکوره ist in E. ausgelassen.

نزول کرده فرمود (1) تا بم در دار الاماره پنج نوبت زدند وخلیفه اورا از آن حرکت منع فرمود وجلال الدوله از سر غضب ترک آن معنی داد وخلیفه بنابر مصلحت ملک (2) از آن منع پشیمان شده رخصت ارزانی داشت که بم در سرای او پنج نوبت (3) زدند ودر سنه تسع وعشر واربع مایه اتراک با جلال الدوله شغب بسیار کردند واز ابو علی بن ماکولا که وزیر او بود علوفات ومرسومات طلب داشتند (4) وخانهٔ اورا بغارت دادند وجلال الدولهرا در قصر محصور گردانیدند وخلیفه واسط شده (5) جلال الدوله فروش وثیاب وخیام خود فروخته بایشان داد تا تسکین یافتند ودرین سال میان اتراک ودیالمه در بصره (6) نزاع واقع شد وملک عزیز ابو منصور بن جلال الدوله جانب ترکان گرفته دیلمیان بابله رفتند ومخالفت بین الفریقین امتداد یافت وابو کالنجار که در آن اوان در اهواز بود فرصت غنیمت شمرده لشکری فرستاد تا بصرهرا بگرفتند (7) واز آنجا قصد واسط کرده (8) چون بدانجا رسیدند جمعی از اتباع جلال الدوله که (9) در آن بلده یافتند غارت کردند وجلال الدوله خواست که بجهت دفع ایشان متوجه واسط گردد لشکریان با او موافقت ننمودند (10) وازوی مرسوم طلبیدند وچون مالی نداشت مصادره آغاز نهاد وازین سبب مردم بغداد متنفر وآزرده خاطر گشتند ✿

١٧

ذکر قوام الدین ابو الفوارس بن بهاء الدوله وتتمهٔ احوال ابو کالنجار وجلال الدوله ونهایت کار (11) ایشان ✿

اکثر حالات ابو الفوارس در ضمن حکایات برادرانش مسطور گشت واو در سنه تسع وعشر واربع مایه لشکر سنگین جمع آورده متوجه فارس شد ودر راه پیک اجل رسیده (12) عازم ولایت (13) دیگر گشت وامرا واعیان کرمان ابو کالنجاررا از اهواز طلب داشتند واو بی استعمال سیف وسنان در فارس وکرمان حاکم مطلق العنان شد وخلایق از ظلم ابو الفوارس رهایی یافتند وابو الفوارس چون شراب خوردی اصحاب وندمای مجلس خودرا بچوب (14) تادیب نمودی نوبتی در سر مستی فرمان داد که وزیر اورا (15)

---

(1) G. فرموده. (2) G. وقت ملکی. (3) E. بار پنج. (4) D. کردند. (5) G. schaltet جهت ein. (6) در بصره fehlt in D. (7) D. گرفتند. (8) E und G. کردند. (9) fehlt in D. (10) E. نمودند. G. نکردند. (11) fehlt in E. امور in G. (12) G. در رسیده. (13) E. مملکت. (14) G. بحرب. (15) E. وزیررا.

دویست تازیانه زدند وچون هشیار شد اورا بطلاق (1) سوگند داد که با کسی نگوید
بالجمله چون (2) ابو کالنجار در حکومت مستقل گشت سپاهی در هم کشیده روی بواسط
نهاد وجلال الدوله نیز از بغداد با لشکری تمام بیرون آمد ودرین اثنا خبر بابو کالنجار
رسید که سلطان محمود ری‌را گرفته در بند استخلاص سایر ولایات عراقست واو رسولی
بجلال الدوله فرستاده پیغام داد که اگر مارا پیش ازین منازعتی با یکدیگر بود اکنون
که بیگانه بمملکت در آمد مناسب چنان مینماید که ترک آن نزاع داده (3) باتفاق
خصم‌را از ملک موروث بیرون کنیم جلال الدوله اتفاق باین سخن نکرد ولشکر (4) باهواز
کشیده آن ولایت‌را غارت کرد واز دار الاماره مال بسیار بدست او افتاد (5) ودر آخر ربیع
الاول سنه احدی وعشرین واربع مایه هر دو لشکر بهم رسیده سه شبانروز با یکدیگر جنگ
کردند وابو کالنجار انهزام یافته دو هزار مرد از لشکر او کشته شدند وابو کالنجار
بیدترین حال متوجه اهواز شد وجلال الدوله بعد از (6) فتح بواسط رفت وضبط آن
دیار کرده ببغداد شتافت ودر سنه اثنی وعشرین واربع مایه القادر بالله وفات یافته القایم
بامر الله بجای او نشست (7) وبار دیگر ترکان در بغداد فتنه آغاز (8) کرده سرای وزیر
جلال الدوله‌را غارت کردند (9) واو از دار السلام بیرون آمده بعکبرا (10) رفت ودر بغداد
خطبه بنام ابو کالنجار خوانده اورا از اهواز طلب (11) نمودند وعادل بن یافت ابو
کالنجاررا از رفتن بغداد مانع آمد وچون بغدادیان از وصول او مایوس شدند باز خطبه
بنام جلال الدوله خواندند وبعضی اتراک نزد او رفته عذر خواهی نمودند واورا ببغداد
باز آوردند ودر سنه ست وعشرین واربع مایه (12) خلافت وسلطنت در بغداد ضعیف شده
عیاران سر بر آوردند واکراد واعراب تا نزدیک دار السلام آمده غارت وتاراج میکردند ونه
خلیفه‌را قوت منع ایشان (13) بود ونه پادشاه‌را (14) وتسلط (15) عیاران بمرتبهء رسید که
در روز سراها فرو گرفته (16) آتش نهب وتاراج می افروختند ودر سنه سبع وعشرین واربع

---

(1) G. اورا طلب داشت وبطلاق. (2) fehlt in E. (3) D. کرده. (4) E. اکتفا باین ازین. (5) E. بدست آورد. (6) E. التفاتی بدین سخن ننموده لشکر. G. سخن نکرده لشکر.
(7) E und G. خلیفه شد. (8) D. آغاز فتنه. (9) E und G. بغارتیدند. (10) D und F. بعکیرا, was in بعکبرا zu verbessern ist (vgl. *Abulfedae Ann. mosl.* T. III. p. 80. *Ejusd. Tabula Iraki* in Büsching's Magazin für die neue Historie und Geographie Th. IV. S. 258.). E. بعسکریه.
(11) E. استدعا. (12) E. schaltet امر ein. (13) G. schaltet نمانده ein. (14) G. وپادشاه تسلط نداشت. (15) G. استیلای. (16) E. در سراها گرفته.

مایه اتراک بغداد بجلال الدوله بیرون آمدند وخواستند که اورا از دار السلام اخراج نمایند وهم بحرب سرایت کرد (1) ودر سنه ثمان وعشرین واربعمایه (2) سردار ترکان کشته شده ازین جهت ضعفی بر صفحهٔ احوال مخالفان جلال الدوله پدید آمد وهم درین سال میان جلال الدوله وابو کالنجار مصالحه واقع شد وسوگند یاد کردند (3) که خلاف یکدیگر نکنند وقایم خلیفه از برای ابو کالنجار خلعت فرستاد ودر سنه تسع وعشرین جلال الدولهرا بملک الملوک ملقب گردانیدند واو در اول از قبول این لقب امتناع نمود اما چون فقها بر تجویز آن فتوی دادند راضی شد ودر سنه ثلثین واربعمایه در روز بیست وسیوم کانون الآخر در بغداد برف بارید که یک بدست بر زمین نشست وآب دجله شش روز یخ بست ودر سنه اثنی وثلثین باز میان اتراک وجلال الدوله منازعتی دست داد وجلال الدوله از جانب شرقی بجانب (4) غربی کوچ کرد وباطراف (5) فرستاده لشکرها طلب داشت وترکان بزجر وتعدی از اهل شهر مال می ستاندند ودر سنه اربع وثلثین واربعمایه ابرهیم ینال سلجوقی بعراق در آمده همدانرا (6) بگرفت وبعد ازوی طغرلبیک در ری نزول فرمود ودر شعبان سنه خمس وثلثین جلال الدوله ابو طاهر بن بهاء الدوله بن عضد الدوله بعلتی که از جگرش پدید آمد وفات یافت وولادت او در سنه ثلث وثمانین وثلثمایه اتفاق افتاده بود (7) وامارتش در بغداد شانزده سال ویازده ماه امتداد یافت واورا هم در سرایش دفن کردند وهر کس که سیرت جلال الدوله معلوم کرده باشد از ضعف وجبن واستیلای لشکر ونواب بروی ودوام ملک وی تا بدین مدت بیقین (8) شناسد که در سعادت وشقاوت بلکه در جمیع امور ارادهٔ حق تعالی مدخل دارد وبس تؤتی الملک من تشاء وتنزع الملک ممن تشاء (9) وچون او وفات یافت مقربان وخواص وی از بیم ترکان بدار الخلافه رفتند وخلیفه کسان فرستاد تا منازل ایشانرا از نهب وتاراج نگاه داشتند ودرین حال پسر بزرگترش ابو المنصور در واسط بود بعضی از اعیان بغداد رسولی بدان صوب فرستاده اظهار انقیاد کردند وبرخی از ایشان بجانب ابو کالنجار مایل شده اورا استدعا نمودند وملک ابو العزیز منصور پیش (10) از وصول ایلچی بغداد از واسط متوجه آن جانب شده بود وچون بدو منزلی دار السلام رسید بواسطهٔ غدر

---

(1) G. کرده. (2) Der Satz von اتراک بغداد bis hieher fehlt in E. (3) E. سوگند خوردند. (4) E. بطرف. (5) G. کرده ایلچیان باطراف. (6) E und G. همدان ohne را. (7) fehlt in E. (8) D. یقین. (9) G. fügt hinzu: وتعز من تشاء وتذل من تشاء وبیدک الخیر. (10) E. قبل.

لشکریان امارت او در عقدهٔ تعویق افتاد ورسل ورسایل میان بغدادیان وابو کالنجار
متواتر شده در رمضان سنه ست وثلثین واربعمایه امارت عراق عرب بروی قرار یافت ودر
سنه سبع وثلثین والی اصفهان از طغرلبیک خراج بر خود گرفت ودر سنه تسع وثلثین
میان ابو کالنجار وسلطان رکن الدین طغرلبیک صلح واقع شد وطغرلبیک بابرهیم ینال
نوشت که آنچه از بلاد دیالمه گرفته است نگاه دارد ودیگر تعرض نرساند که با ایشان
صلح (1) کردیم وطغرلبیک دختر ابو کالنجاررا در حبالهٔ نکاح آورده پسر ابو کالنجار
دختر داود سلجوقی برادر زادهٔ (2) طغرلبیکرا بخواست (3) ودر سنه اربعین واربعمایه ابو
کالنجار مرزبان بن سلطان الدوله بن بهاء الدوله بن عز الدوله بر حدود کرمان از
خاکدان دنیا بسرای عقبی شتافت وسبب موت او بعد از ارادهٔ باری سبحانه آنکه در
نواحی کرمان روزی بشکار رفته وچند جگر آهورا کباب کرده تناول فرمود ودر حلق او
خراشی (4) پیدا شده محموم گشت وبعد از چند روز جهان ناپایداررا وداع کرد (5)
زمان حیاتش چهل سال وکسری بود مدت امارتش در بغداد بعد از فوت جلال الدوله
چهار سال وسه ماه وده روز (6) بود وقت (7) رحلت او اتراک (8) در اردو بودند دست
بغارت خزاین واسلحه ودواب بر آوردند وپسرش ابو منصور فولاد ستون بخیمهٔ وزیر
رفت وترکان متوجه منزل (9) وزیر گشتند تا دستبردی (10) نمایند دیالمه مجتمع شده
وپای ثبات فشرده (11) اتراک مایوس مراجعت نمودند وایشان کوچ کرده عازم شیراز
شدند وابو منصور در فارس قائم مقام پدر گشت ✿

۱۸

ذکر حکومت خسرو فیروز بن ابو کالنجار مرزبان بن سلطان الدوله بن بهاء الدوله ✿

چون خبر وفات ابو کالنجار ببغداد رسید پسرش خسرو فیروز امرارا جمع
آورد (12) تا باو بیعت کرده سوگند خوردند واو بملک رحیم ملقب گشت وملک رحیم
لشکری مصحوب برادر خود ابو سعید گردانیده اورا بشیراز فرستاد تا آن دیار از دست

---

(1) G. آشتی. (2) G. برادر طغرلبک. (3) E. hat statt der ganzen Stelle, welche auf die Worte صلح واقع شد folgt bis بخواست nur die Worte: وابو کالنجار بابرهیم ینال دختر طغرلبیکرا بخواست. (4) E und G. خشونتی. (5) E. فرمود. G. کرده. (6) وده روز fehlt in E und G. (7) E und G. ودر روز. (8) E. fügt که hinzu. (9) fehlt in E. (10) D. دستبری. (11) G. افشرده. (12) E und G. آورده.

ابو منصور فولاد ستون که هم برادر او بود انتزاع نماید وابو سعید بموجب فرموده متوجه فارس گشت وشیرازرا (1) بگرفت ودرین سال ملک رحیم بخوزستان رفت واز آنجا بجانب شیراز نهضت فرموده چون (2) نزدیک شهر (3) رسید بعضی از ترکان شیرازی وبرخی (4) از دیالمه میل بخدمت برادرش فولاد ستون که در قلعهء اصطخر بود کردند وملک رحیم متوهم شده با بغدادیان بطرف اهواز معاودت نمود وجمعی کثیر در ظل رایت فولاد ستون مجتمع شده شیراز بگرفت وبجانب اهواز توجه نموده ملک رحیم برامهرمز (5) رفت وابو منصور فولاد ستون از عقب برادر شتافته در وادی نمک هر دو گروه بیکدیگر (6) رسیدند ودر روز جنگ بعضی لشکریان ملک رحیم با او غدر کرده پیش ابو منصور رفتند وملک رحیم با بقیهء لشکر وبرادران ابو طاهر وابو سعید منهزم شده تا واسط بهیچ جا (7) مقام نکردند وبعد ازین واقعه نیز میان ملک رحیم وبرادرش ابو منصور محاربات واقع شد وگاهی ملک رحیم غالب وگاهی مغلوب میگشت (8) ودر سنه سبع واربعین واربعمایه ملک رحیم لشکر بشیراز کشید ودر آن اوان برادرش ابو منصور که بمساعدت طغرلبیک سلجوقی شیرازرا گرفته بود ودر آن ولایت خطبه بنام طغرلبیک خوانده (9) چون از توجه ملک رحیم خبر یافت شیرازرا گذاشته بجانب فیروزآباد شتافت (10) وملک رحیم ملک فارس‌را ضبط نموده بواسط مراجعت کرد ودر خلال این احوال میان قایم خلیفه وطغرلبیک رسل ورسایل (11) متردد شده بساط مصادقت تمهید یافت وخلیفه فرمود تا نام طغرل‌را در خطبه مقدم بنام (12) ملک رحیم ذکر کردند وطغرلبیک هدایا پیش خلیفه فرستاده معروض داشت که میخواهم که (13) از راه بغداد بزیارت بیت الله روم بر نهجی که هیچ یک از رعایارا یکمن گاه نقصان نشود وخلیفه اجازت داده طغرلبیک بجانب بغداد روان شد وچون ملک رحیم خبر توجه طغرل شنید پیش از وصول او بدار السلام رفت وطغرلبیک بنواحی بغداد رسیده طایفهء از ارکان دولت خودرا بدار الخلافه فرستاد ومعروض داشت که مقصود من تقبیل سدهء (14) خلافت است میباید (15) هیچکس از جای خود حرکت نکند (16) که مرا با کسی خصومتی ونزاعی نیست ودر

---

(1) E. گشته شیرازرا. (2) E und G. فرمود وچون. (3) D. شیراز. (4) E und G. وطایفهء. (5) D. براهز oder برامز. (6) E. هردو بهم ohne گروه. (7) E und G. مکان. (8) D. گشت. (9) D. خواند. G. خوانده بود. (10) E und G. عنان بر تافت. (11) D. رسل رسایل. (12) D. بر ذکر. (13) fehlt in D. (14) fehlt in E. (15) D. باید. (16) D. نکنند.

بیست وپنجم رمضان طغرلبیک ببغداد در آمده رییس الرؤسا که ازوی صاحب اختیار
تری در آن ملک نبودی پیش او رفت وطغرلبیک مراسم تعظیم (1) بجای آورده اورا
پرسش کرم نمود ودر روز اول ترکمانان سودا ومعامله بقاعدهٔ پسندیده با سوقیهٔ بغداد
کردند ودیگر روز (2) ترکمانی از بغدادی کاهی میطلبید ودر آن باب مبالغه والحاح مینمود
وآن شخص زبان ترکی فهم نمیکرد ومهم بآن منجر شد که آن شخص استغاثه نموده طایفهٔ
از عوام شهر جمع آمدند وآن ترکرا بسیار زدند وسایر مردم تصور کردند که تراکمه (3)
وسپاه ملک رحیم حرب میکنند وچون ایشان بآمدن طغرلبیک راضی نبودند هر جا
ترکمانی یافتند گرفتند واگر ملک رحیم آنروز لشکر خودرا اجازت محاربه میداد از تراکمه
اثر نمیگذاشتند وبنابر آنکه خلیفه در تعظیم ومحبت طغرلبیک مبالغهٔ تمام داشت ملک
رحیم (4) بدار الخلافه رفته از آن فتنه ابرای ذمت خویش وملازمان کرد واهل بغداد با
لشکر طغرلبیک در مقام محاربه آمدند الا اهل کرخ وفتنهٔ عظیم حادث (5) شده از هر
دو جانب خلقی کثیر بقتل رسیدند وعاقبت بغدادیان منهزم شده ترکمانان دست بغارت
وتاراج بر آوردند (6) وطغرلبیک واعیان دولت او این فتنهرا از انگیز ملک رحیم میداشتند
وتراکمه بسیاری از اهل (7) بغدادرا اسیر کرده در محلات بیرون شهر آتش نهب زدند
ودرب حبق (8) ودرب سلیمرا (9) گرفته وبسراهای رییس الرؤسا (10) رسیده از خرابی
دقیقهٔ مهمل نگذاشتند وهر که بممانعت پیش می آمد میکشتند تا بتربت خلفا
رسیدند واز آنجا مال بی حساب بیرون آوردند واکثر (11) مردم بتصور آنکه تراکمه
رعایت ارواح خلفا نموده بقدم بی ادبی پیش نخواهند آمد پناه بآنجا برده بودند وباقی
اهل شهر ترسان ولرزان گشته طغرلبیک (12) کسان نزد خلیفه فرستاده پیغام داد که اگر
ملک رحیم بحضور می آید معلوم ما گردد (13) که او درین فتنه دخلی نداشته واگر
نیاید هیچکسرا شک نماند که تهییج این وحشت از پیش او بوده ومصحوب فرستادگان
امان نامه نیز جهت ملک رحیم واصحاب او ارسال نمود وقایم خلیفه طایفهرا همراه ملک
رحیم ساخته پیش طغرلبیک روان کرد وعذر خواهی نمود که ملک رحیم وخواص ونواب
او جریمهٔ ندارند وچون جماعت باردوی طغرلبیک رسیدند ترکمانان نخست رسل

---

(1) G. fügt hinzu واحترام او. (2) D. روز دیگر. (3) G. سایر تراکمه. (4) E. fügt hinzu با خواص. (5) E. قایم. (6) D. آوردند ohne بر. E. بردند. (7) E. اهالی. (8) E. بجیبی. (9) E. اسلم. (10) D. بسراهای روسا. E. بسرای. (11) E. چه اکثر. (12) E und G. کشتند وطغرلبیک. (13) E. که ملک رحیم بحضور آید تا معلوم ما گردد.

خليفهرا غارت كرده ملك رحيمرا با اتباع او بگرفتند وبموجب فرموده محبوس گردانيدند
وخليفه رسولى پيش سلطان (1) فرستاده بسر آن قضايا انكار نمود وگفت (2) اين قوم
بسخن من پيش تو رفتند (3) ومن بر قول تو اعتماد كردم اكنون اگر ايشانرا ميگذارى
فبها والا بغدادرا بتو گذاشته كوچ ميكنم زيرا كه اول تعظيم دار الخلافه بجاى آوردى
وحالا خلاف آن مشاهده ميرود وطغرلبيك در جواب گفت كه ما همان اعتقادى كه
بخليفه داشتيم (4) داريم وجماعت اتراك درين مدت بمقتضى (5) طبيعت خود عمل نموده
اند وايشان تا كوشمالى نيابند بصلاح نيايند وبعد از آن طغرلبيك اموال متجنده واتراك
كه در بغداد بودند بگرفت واقطاعات ايشان باز بست واز ملك رحيم ومتابعان او مال
فراوان بستاند وملك رحيمرا در قلعهء از قلاع باز داشت وتراكمه در سواد بغداد متفرق (6)
شده در غارت وتاراج مبالغه نمودند تا بحدى كه گاوى به پنج قيراط در بغداد مى
فروختند ودراز كوشى بسه قيراط ومجموع اعمال ومضافات دار السلام خراب شد الا كرخ
كه مردم آن بقعه (7) بجهت تعرضى كه (8) بتركمانان نكرده بودند بعنايات سر
افراز گشتند ✿

١٩

ذكر حكومت ابو منصور فولاد ستون كه سلطنت ديالمه بروى ختم شد ✿

بعد از گرفتار شدن ملك رحيم ابو(9) منصور وابو سعيد پسران عز الملوك ابو
كالنجار مرزبان بن سلطان الدوله بن بهاء الدوله بن عضد الدوله با يكديگر مخالفت
كردند وميان ايشان محاربات واقع شد وآخر الامر ابو سعيد بغدر كشته شده حكومت
فارس بر ابو منصور قرار گرفت ومادر ابو منصوررا بر آن داشت تا صاحب عادلرا كه وزير
پدرش بود هلاك ساخت وفضل بن حسن كه سپهسالار منصور(10) بود ودر ميان ارباب
تواريخ بفضلويه اشتهار دارد بسر ابو منصور خروج كرد واورا گرفته در قلعهء از قلاع
محبوس گردانيد تا وفات يافت ودر سنه ثمان واربعين واربع مايه بر مملكت فارس مستولى
شد وچون ملك قادر سلجوقى از كرمان متوجه فارس شد فضلويه گريخته بخدمت الب
ارسلان شتافت واز ديوان او ممالك فارسرا بمقاطعه گرفته معاودت نمود وچون در آن ولايت

(1) E und G. پيش سلطان رسولى. (2) E. وگفتند. (3) D. آمدند. (4) D. داشته ايم. (5) D. باقتضاى. (6) E. منتشر. (7) E. schaltet كه ein. (8) fehlt in G. (9) D. وابو. (10) D und G. صاحب.

مستقل گشت اظهار عصیان نمود وخواجهء نظام الملک (1) بموجب فرموده لشکر بر سر فضلویه برد واورا بعد از محاربه اسیر کرده بقلعهء اصطخر (2) فرستاد واو در آنجا محبوس بود تا وفات یافت ✿

۲۰

ذکر ابو علی کیخسرو بن عز الملوک ابو کالنجار ✿

ابو علی بخدمت الب ارسلان رفت وسلطان نوبندجانرا باقطاع باو داد وهر گاه که او پیش سلطان آمدی سلطان اورا احترام نموده در پهلوی خود (3) بنشاندی (4) وجمیع آل سلجوقی کیخسرورا عزیز داشتندی (5) واو بعد از برادران قریب بچهل سال زندگانی یافت تا در سنه سبع وثمانین واربعمایه بجوار رحمت ملک غفور پیوست وبعد ازوی (6) از آن طبقه بجز نام نماند وتلک الایام نداولها (7) بین الناس وما یعقلها الا (8) العالمون باری سبحانه وتعالی دست تصاریف زمانرا از ذیل حشمت جناب مملکت پناهی شریعت ملاذی خداوند گاری امید گاهی مقرب حضرت سلطانی معزز دولت خاقانی تا دامن آخر الزمان باز داراد واورا به نیل مساعی (9) ومطالب دنیوی واخروی برساناد ودر اولی بذکر جمیل ودر آخری بثواب جزیل مغبوط امثال واقران گرداناد وبعزت نبیه النبیه (10) وحرمت عترته (11) وذریته (12) ✿

([1]) G. fügt hinzu طوسی. ([2]) fehlt in E. ([3]) D. خویش. ([4]) D und G. نشاندی. ([5]) E. داشتند. ([6]) E. schaltet طایفه ein. ([7]) Wenn nicht in allen meinen drei Handschriften diese Leseart sich fände, so möchte man یداولها (d.i. Gott möge andre Tage an ihre Stelle treten lassen) verbessern; worauf auch die Leseart der Handschrift D. یعقلها الی (in der vierten Form des Verbums auszusprechen) zu führen scheint. ([8]) D. الی. ([9]) E und G. مبانی. ([10]) fehlt in E. ([11]) D. عزته. ([12]) E. fügt noch hinzu: واصحابه واحبابه الی یوم الدین.

II. Übersetzung des persischen Textes.

pg. 13 Geschichte des Geschlechtes Bujeh, welches auch das Geschlecht der Dilemitischen Sultane genannt wird.

I.

Sâbi im Buche Thadschi [1] meldet, dafs das Geschlecht des Bujeh sich zurückführen lasse bis zu Behrâm Gur, auch nennt er die Namen der Väter und Gröfsväter desselben; einige Dilemiten aber haben behauptet, dafs Bujeh von Dilem ben Debbeh abstamme. Ebu Ali Meskujeh [2] in dem Buche Thedschârib ulumemi (d. i. Erfahrungen der Völker) bemerkt, dafs die Dilemiten sich für Nachkommen des Jesdedscherd Ibn Schehrjâr, des letzten Königs von Adschm (Persien), halten und behaupten, dafs in den ersten Zeiten des Islâm einige Söhne des Jesdedscherd, von welchen sie ihre Abstammung herleiten, nachdem dieselben flüchtig geworden waren, nach Gilân sich begaben und daselbst sich niederliefsen. Der Verfasser des Kâmil ettewârich [Ibn el athir], indem er die erste der obigen Angaben für glaubwürdig hält, berichtet dieselbe aus dem Ebu Nesr Mâkulâ [3], bemerkt, dafs man das Geschlecht Bujeh zu den Dilemiten deshalb zähle, weil es geraume Zeit unter denselben sich aufgehalten hatte, und giebt dann ferner an, dafs Ebu Schedschâ ein Mann von mäfsigem Vermögen war, und dafs derselbe drei Söhne hatte, welche Ali, Hassan und Ahmed genannt wurden [4]. Als die Mutter dieser Söhne starb, so betrübte sich Bujeh über den Tod seiner Gattin so sehr, dafs er dem Tode nahe war. Schehrjâr Ibn Rusthem der Dilemite drückt sich darüber also aus: „Da ich der Freund des Ebu Schedschâ war, so begab ich mich zu ihm und machte dem Leidtragenden Vorwürfe wegen seiner allzu grofsen Betrübnifs, indem ich sprach: du bewiesest dich ehemals in Leiden und Widerwärtigkeiten so ergeben und geduldig, was soll nun solcher Jammer und solche Wehklage? Es ist deine Pflicht, nachdem du die Ergebung zu deiner Losung gemacht hast, Gott dankbar zu sein für das Wohlergehen deiner Söhne; und wenn, was Gott verhüten wolle, einem von ihnen ein Unfall begegnen sollte, so würdest du die Mutter der Söhne vergessen." Hierauf fährt Schehrjâr weiter fort: „Nachdem ich in dieser Weise zu Bujeh geredet und ihn getröstet hatte, so führte 14 ich ihn in meine Wohnung, damit sein Schmerz und Kummer sich mindern möchte;

in derselben Zeit aber kam zu uns ein Mann, welcher mit Sterndeutung und Traumauslegung sich beschäftigte, und zu diesem sprach Bujeh also: „„ich erblickte folgendes Traumgesicht: es ging aus meinem Zeugungsgliede ein grofses Feuer hervor, welches mehrere Länder erleuchtend, mit jedem Augenblick heller wurde, dergestalt dafs sein Schein den Himmel erreichte; dann verzweigte sich dieses Feuer in drei Zweige, und ich erblickte Länder und Völker, welche jenen Zweigen ihre Ehrerbietung und Unterwerfung bezeigten. Hierauf erwiederte der Sterndeuter: dieses ist ein sehr wunderbarer Traum, den ich dir nicht anders auslegen werde, als wenn du mir Pferd und Kleid giebst; worauf Bujeh fortfuhr: ich schwöre bei Gott, dafs ich über kein anderes Kleid verfügen kann, als über dasjenige, mit welchem ich bekleidet bin, und ich würde nackt bleiben, wenn ich es dir gäbe. Als nach diesen Worten der Sterndeuter zehn Dinare begehrte, so bezeugte Bujeh gleichfalls sein Unvermögen. Endlich sprach der Sterndeuter: du hast drei Söhne, welche in den Ländern, die von dem Feuer erleuchtet wurden, herrschen werden, und ihr Ruhm wird in den Weltkreisen eben so erhaben werden als jenes Feuer. Bujeh erwiederte: ist es wohl recht, dafs du meiner spottest? ich bin ein armer Mann und meine Söhne sind diese, welche du siehst; durch welche Mittel könnten sie wohl Fürsten werden? Der Sterndeuter fuhr fort: wenn dir bekannt ist, zu welchen Zeiten deine Söhne geboren wurden, so sage es; worauf Bujeh ihm angab, in welcher Stunde jeder von ihnen geboren war. Nachdem der Sterndeuter die Grade des Horoscop beobachtet und die Stellungen, in welchen die Aspecten der Gestirne sich zeigten, untersucht hatte, so küfste er die Hand des ältesten Sohns, welcher unter dem Namen Imâd eddewleh Ali bekannt ist, und sprach: die Macht eines Sultans wird zuerst diesem deinem Sohne zufallen, und nach ihm werden seine andern Brüder Padschahe sein; dann küfste er auch die Hände des Rukn eddewleh und des Moiss eddewleh. Die Söhne sprachen hierauf zum Vater: gieb dem Sterndeuter etwas; Bujeh aber ward unwillig und erwiederte: dieser Mann treibt mit euch Possen; und der Sterndeuter sprach: wenn ihr jetzt meiner Rede keine Aufmerksamkeit gewährt, so gebt mir wenigstens das Versprechen, dafs ihr meiner in Gnaden gedenken werdet, wenn ihr zu hoher Ehre gelangt. Endlich gab Ebu Schedschâ jenem Sterndeuter zehn Drachmen [5]."

Als Mâkân Ibn Kâki in Tabaristhân gewaltig wurde, so trat Bujeh in dessen Dienst, und auch seine Söhne dienten mit Esfâr Ibn Schirujeh und Merdâwidsch Ibn Sijâd und dessen Bruder Weschmgir, Angehörigen des Geschlechts Argusch, welches zur Zeit des Kaichusrew als Padschahe über Gilân herrschte, dem Mâkân bis zu der Zeit, in welcher Esfâr Ibn Schirujeh gegen Mâkân Ibn Kâki sich empörte, denselben verjagte und der Herrschaft über die Dilems sich 15

bemächtigte [6]. Als aber Mâkân (Asfâr) [7] ein Jahr später war getödtet worden, so setzte sich an dessen Stelle Merdâwidsch, welcher, nachdem er Rusthemdâr, Masenderân, Rai, Kaswin, Ebhar, Sindschân und Târmin sich unterworfen, auch die übrigen Landschaften von Irâk zu erobern unternahm, und in Hamadân ein so allgemeines Blutbad anrichtete, dafs, wie berichtet wird, man von den Beinkleidern der Erschlagenen zwei Tausend seidene Bänder ablöste [8]. Indem Merdâwidsch den Ali Ibn Bujeh mit dessen Brüdern nach Karch [9] sandte, zog er selbst gegen Isfahân; und Modhaffir Ibn Jakuth, damaliger Statthalter des Chalifen Mukthedir zu Isfahân, wurde in einer Schlacht von Merdâwidsch überwunden und floh nach Fârs zu seinem Vater. Auch Jakuth, welcher hierauf mit den persischen Schaaren gegen Merdâwidsch auszog, wurde zwar in einer Schlacht zur Flucht genöthigt, führte aber gleichwohl nach dieser Niederlage zwei Tausend Mann gegen den Ali Ibn Bujeh, welcher damals mit seinen Brüdern in Luristhân sich befand [10]. Damals aber bewährte sich das glückliche Gestirn des Geschlechtes Bujeh in zwei Erscheinungen; einmal darin, dafs mehrere Soldaten desselben, welche, als Jakuth gegen die Söhne des Bujeh anzog, abtrünnig geworden und zu Jakuth übergegangen waren, auf Befehl desselben sämmtlich enthauptet wurden; was zur Folge hatte, dafs das übrige Heer der Dilemiten eifrig und redlich (¹) des Kampfes sich unterwand; dann darin, dafs, als Jakuth, indem er seine Schlachtordnung stellte, seinem Fufsvolke befahl vorzugehen und in Naphtatöpfen Feuer zu werfen, zufälliger Weise ein heftiger Wind ihnen entgegen blies, ihre Kleider entzündete und sie dadurch zur Rückkehr nöthigte; und ihre Rückkehr nahm der Reuterei so sehr den Muth und die Thatkraft, dafs sie die Wahlstatt räumte. Hierauf entwich Jakuth, und das Geschlecht Bujeh erbeutete die Schätze sowohl des Jakuth als der Heeresgenossen desselben. Dann zogen die Bujiden nach Fârs, und Imâd eddewleh unterwarf sich in Gemeinschaft mit seinen Brüdern dieses Land. Das Panier ihres Glücks war nunmehr errichtet, und sie schickten sich an, noch andere Länder zu erobern.

II.

16

Die Regierung des Imâd eddewleh Ali Ibn Bujeh.

Nach der Entweichung des Jakuth begab sich Imâd eddewleh nach Schirâs und nahm seinen Sitz in dem Pallast des Jakuth (im J. 322 d. H. vom 21. Dec. 933 bis zum 9. Dec. 934) [11]. Als er dem Heere das Rauben und Plün-

---

(¹) Wörtlich: und das übrige Heer der Dilemiten, das Herz auf den Tod gerichtet habend (d. i. des Todes eingedenk), bewies in der Angelegenheit des Kriegs vollständigen Fleifs.

dern untersagte, so forderten die Truppen ihren Sold, es fand sich aber nichts im Schatze. Nachdem nun Imâd eddewleh sorgenvoll in den Pallast des Jakuth sich zurückgezogen hatte, so richtete er plötzlich sein Auge auf das Dach eines Hauses, und erblickte eine Schlange, welche ihren Kopf aus einem Loche hervorstreckte und wieder in dasselbe zurückzog. Dieses machte ihn aufmerksam, er trat sogleich aus jenem Aufenthalt hervor und befahl das Dach jenes Hauses abzubrechen und die Schlange zu tödten. Da man das Haus abbrach, so fand man daselbst eine ganze Summe baaren Geldes nebst werthvollen Stoffen [11]; worauf Imâd eddewleh das Geld unter die Soldaten vertheilte und einen Schneider rufen liefs, um aus jenen Stoffen Kleider zu nähen. Als nun, nachdem der Schneider sich niedergesetzt hatte, Imâd eddewleh die Worte sprach: Tschûb gus (ges) ([1]), so meinte der Schneider, welcher harthörig war, dafs der Sultan Stöcke (tschûb) begehrte, damit man ihn durch die Bastonade zum Geständnifs bringen möchte, und erwiederte: „Gnädiger Herr, wozu bedarf es der Stöcke? es sind nicht mehr als siebenzehn Koffer mit Kostbarkeiten des Jakuth bei mir.“ Darüber lachte Imâd eddewleh, und seine Hofdiener geriethen in Erstaunen [12]. Imâd eddewleh, nachdem er sich in den Besitz der Schätze des Jakuth gesetzt hatte, übernahm hierauf die Geschäfte der Regierung.

Zu dieser Zeit im Jahre d. H. 323 (vom 10. Dec. 934 bis zum 28. Nov. 935) hatte Merdâwidsch die Absicht den Imâd eddewleh aus Schirâs zu vertreiben, der Tod aber gewährte ihm keine Frist; denn Merdâwidsch wurde zu eben dieser Zeit von seinen Dienern im Bade getödtet [13]. Als dieses Ereignifs geschehen war, so sandte Imâd eddewleh seinen Bruder Rukn eddewleh aus, um die Statthalterschaft Irâk zu erobern [14], und seinen andern Bruder Moiss eddewleh liefs er nach Kermân ziehen. Dieser, nachdem er Kermân bezwungen hatte, begab sich nach Bagdâd und bemächtigte sich der Herrschaft des Chalifen (d. i. der bisher daselbst von dem Chalifen behaupteten weltlichen Herrschaft). Überhaupt eroberten während der Regierung des Imâd eddewleh dessen Brüder Rukn eddewleh und Moiss eddewleh nach Bekämpfung der Widerspenstigen mehrere Provinzen.

In den letzten Monaten des Jahrs 337 (vom 10. Jul. 948 bis zum 29. Jun. 949) erkrankte ([2]) Imâd eddewleh; und als diese Krankheit langwierig wurde, so sandte er einen Boten an Rukn eddewleh (mit der Botschaft): „sende

---

([1]) d. i. wenn man Tschub gus ausspricht: wähle Wolle aus. Tschub ges würde heifsen: schneide Wolle ab. Überhaupt sind diese einzelnen Worte mir nicht ganz verständlich. Es liefse sich eher erwarten, dafs der Bujide gesagt hätte: nimm das Mafs, oder etwas ähnliches. Vgl. die historische Anmerkung 12.

([2]) Wörtlich: machte eine Krankheit kund d. i. erklärte sich krank.

deinen ältesten Sohn Adhed eddewleh, damit er in meinem Namen die Verwal-
17 tung der Provinz Fârs übernehme." Rukn eddewleh aber hatte drei Söhne, deren jeder fähig war Padschah zu sein.

Als Adhed eddewleh in der Gegend von Schirâs angelangt war, so sandte ihm Imâd eddewleh alle Vornehmen und das Volk von Fârs entgegen, und als derselbe näher kam, so zog Imâd eddewleh selbst mit seinem Gefolge aus der Stadt um seinen Brudersohn zu empfangen, führte ihn dann in den königlichen Palast, setzte ihn auf den Thron und gebot allen Magnaten und Edeln des Reichs, ihn als Herrscher zu begrüfsen. Auch feierten an diesem Tage die Dilemiten ein grofses Gastgebot.

Als Adhed eddewleh mit voller Gewalt bekleidet war, so verhaftete er auf die Anweisung seines Oheims Imâd eddewleh einige Emire der Dilemiten, welche der Meuterei verdächtig waren ([1]), und unter diesen befand sich ein Mann mit Namen Schirendschin, für dessen Freilassung einige der Hofleute und Magnaten des Reichs sich verwandten. Imâd eddewleh aber sprach: ,,ich werde euch ein Wort über diesen Mann mittheilen, und dann alles thun, was ihr wünschen werdet." Hierauf äufserte er sich also: ,,zu der Zeit als wir mit einer kleinen Schar Dilemiten im Dienste des Nesr Ibn Ahmed standen, und bei ihm von den Haustruppen und Mamluken sowohl des Nesr als des Vaters desselben mehr als zehn Tausend Mann aufser den Truppen der Gränzprovinzen sich befanden, sah ich den Schirendschin, wie er einen scharfen Dolch ohne Scheide und eingewikkelt in ein Stück Leinwand in seinen Stiefel steckte; ich fragte ihn, was dieses bedeutete, und er gab zur Antwort: ich gedenke diesen Knaben, nehmlich den Nesr, zu tödten. Dieses Wort erschreckte mich, und ich wünschte daher nicht, dafs er in die Nähe des Nesr Ibn Ahmed gelangte, sondern ich entfernte ihn unter dem Vorwande, dafs ich ihm etwas mitzutheilen hätte, aus der Menge; und als ich ihn seitwärts geführt hatte, so berief ich eine Zahl der Dilemiten und eröffnete ihnen, was geschehen war; worauf sie sprachen: ,,wenn von ihm eine solche That ausgeführt würde, so würde man in diesen Ländern von uns keinen am Leben lassen." Dann fuhr Imâd eddewleh fort: ,,nun sagt selbst, ob ich, nachdem ich in solcher Tollkühnheit ihn betroffen habe, in der Nähe meines Neffen ihn lassen kann." Durch diese Worte wurden die Fürsprecher zum Schweigen gebracht und überführt; und Schirendschin blieb bis zu seinem Tode im Gefängnifs.

Im Jahre 338 (vom 30. Jun. 949 bis zum 18. Jun. 950) verliefs Imâd eddewleh diesen Palast der gastlichen Wohnung ([2]) und diese Herberge der Müh-

---

([1]) Wörtlich: aus deren Vorderhaaren die Spuren (nach der Leseart der Handschr. E die Anzeichen) der Meuterei sichtbar wurden.

([2]) Wörtlich: dieses Haus der Einkehr oder diesen Palast der Herberge.

seeligkeit und Qual (d. i. die Welt) [15]. Er war ein Mann von sanfter und freigebiger Gesinnung, einsichtsvoll und gerecht; und die Unterthanen waren unter seiner Regierung zufrieden und ruhig. Die Dauer seiner Regierung war sechszehn und ein halbes Jahr.

III.

Regierung des Rukn eddewleh Hassan Ibn Bujeh.

Als Rukn eddewleh die Nachricht von dem Tode des Imâd eddewleh vernahm, so begab er sich nach Fârs, und kam zuerst nach Isthachar (Persepolis), um das Grab seines Bruders zu besuchen, und dann seine Reise nach Schirâs fortzusetzen. Sobald Rukn eddewleh das Grab seines Bruders erblickte, so entblöfste er seine Füfse, und ging wehklagend zu dem Grabmale, und seine sämmtlichen Heeresgenossen thaten dasselbe. Nachdem er drei Tage daselbst verweilt hatte, so zog er mit Zustimmung der Emire weiter nach Schirâs, und indem er daselbst neun Monate sich aufhielt, sandte er eine beträchtliche (1) Summe aus den Schätzen von Fârs an den Moiss eddewleh nach Bagdâd, und fügte derselben eine grofse Menge von Waffen und Kriegsgeräthschaften bei [16].

Nach diesem zog Rukn eddewleh nach der Provinz Irâk. Damals ereigneten sich unter den Emiren aus dem Geschlechte der Samaniden (2) Kämpfe und Krieg [17], und ebenso entzündete sich ein Krieg zwischen Veschmgir und Rukn eddewleh, wovon in der Geschichte der Samaniden berichtet worden ist [18]. Zu dieser Zeit (im Jahre 356 vom 16. Dec. 966 bis zum 5. Dec. 967 oder 357 vom 6. Dec. 967 bis zum 23. Nov. 968), als Veschmgir wider Rukn eddewleh kriegte, beschaute er eines Tages seine Pferde; und als sein Blick auf einen Schimmel fiel, so befahl er denselben zu satteln, bestieg dieses Pferd und begab sich auf die Jagd; an dem Orte aber, wo er jagte, rannte eine angeschossene Sau heran und verwundete das Pferd des Veschmgir, worauf dieser vom Pferde herabfiel und umkam [19].

In diesem Jahre, welches das Jahr der neunten Conjunction des feurigen Dreigestirns (des Widders, Löwen und Schützen) war, ereigneten sich die Todesfälle mehrerer Herrscher, des Moiss eddewleh Ibn Bujeh zu Bagdâd, des Hassan

---

(1) In den drei Berliner Handschriften findet sich an dieser Stelle das in den Wörterbüchern nicht vorkommende Wort kirâmend oder girâmend. Es scheint synonym zu sein mit girân und sengin. Die Chronik des Heider setzt dafür an dieser Stelle: „eine gezählte Summe." S. die Varianten.

(2) Nach der in der Anmerkung vorgeschlagenen Verbesserung: „Damals ereigneten sich zwischen ihm und den Emiren aus dem Geschlechte der Samaniden Kämpfe und Krieg."

Ibn Firusân in Tabaristhân, des Kâfur Achschidi in Misr, des Kaisers (Nicephorus Phocas) zu Rom (Constantinopel), des Ebu Ali Ibn Mohammed Ibn Eliâs, welcher einige Zeit in Kermân herrschte, zu Bochâra, des Saif eddewleh Ibn Hamdân in Dijâr Bekr, und des Ebu Tsaleb Ibn Hamdân in Syrien (Damascus) [20].

Nach dem Tode des Veschmgir erwies Rukn eddewleh dessen Sohne Bis- 19 thun unzählige Wohlthaten und unterstützte ihn mit Geld und Truppen [21].

Es wird erzählt, dafs einst Veschmgir im vollen Übermuthe und in dem Vertrauen, welches er auf sein Heer setzte, einen Brief an Rukn eddewleh schrieb folgenden Inhalts: „ich bin mit einem nicht nur sehr zahlreichen, sondern auch durchgängig kriegslustigen und gleichwie Tiger muthigen Heere, welches ich geordnet und gerüstet habe, im Begriffe dich des Landes und Reichs, so wie deiner Ehre zu berauben. Bei Gott, so ich deiner habhaft werde, so werde ich wider dich in einer Weise verfahren, welche noch kein Feind wider den andern in Anwendung gebracht haben wird." Auch fügte er in diesem Briefe noch unanständige Worte hinzu. Als dieses Schreiben in die Rathsversammlung des Rukn eddewleh gelangte, so befahl der Sultan seinem Munschi (Geheimschreiber) dasselbe vorzulesen; der Munschi aber, da er den Brief durchgesehen hatte, schwieg, weil er es nicht wagte jene Ungebührlichkeiten über seine Zunge zu bringen. Hierauf nahm Rukn eddewleh den Brief aus der Hand des Munschi, las ihn, und schrieb folgendes zur Antwort: „Ein zahlreiches Heer macht nicht bange; denn Eroberung und Sieg hängen nur ab von dem Beistande des Allerhöchsten Gottes; und wenn du so böse Absichten in Beziehung auf mich hast, bei Gott, so ist es mein Vorsatz dich, falls du in meine Hand als Gefangener gerathen wirst, von mir nichts anders als Ehre und Hochachtung erfahren zu lassen, und alles dir zu erweisen was Artigkeit und Menschlichkeit gebietet;" und nach kurzer Zeit wurde es offenbar, was jeder gegen den andern im Sinne hatte.

Im Moharrem des Jahrs 366 (vom 29. August 976 bis zum 18. August 977) erkrankte Rukn eddewleh in Folge eines heftigen Verdrusses (1), welcher dadurch veranlafst wurde, dafs Rukn eddewleh in den letzten Tagen seines Lebens hörte, wie sein Sohn Adhed eddewleh mit seinem Heere aus Persien nach Bagdâd gezogen war und den Sohn seines Oheims Moiss eddewleh, den Iss eddewleh Bechthiâr, gefangen genommen hatte (2). Diese Nachricht verursachte ihm einen so heftigen Ärger, dafs er in ein Fieber fiel; und in dieser Krankheit begab er sich von Rai nach Isfahân.

---

(1) Ich bin nicht sicher, ob ich in dieser Weise den Sinn der Worte arâzi nefsâni birukn eddewleh isthilâ jâfthch richtig dargestellt habe. Die Worte arâzi nefsâni scheinen mir in diesem Zusammenhange Gemüthsbewegungen zu bedeuten.

(2) S. unten Kap. VI.

Als Adhed eddewleh von dem Verdrusse und der Krankheit des Rukn eddewleh Kenntnifs erhielt, so fürchtete er, dafs sein Vater mit ungnädiger Gesinnung wider ihn aus dieser Welt scheiden möchte; und als er solches bei sich überdacht hatte, so ersuchte er den Ebulfathah Ibn Elamid, den Vesir des Rukn eddewleh, es dahin zu bringen, dafs sein Vater ihn zu sich beriefe, indem es ohne eine solche Einladung unschicklich sein würde, dafs er zu seinem Vater sich begäbe; und Ebulfathah bewog wirklich den Rukn eddewleh seinen Sohn Adhed eddewleh zu sich zu berufen. Adhed eddewleh begab sich also zu seinem Vater nach Isfahân, worauf Rukn eddewleh auch seine übrigen Söhne zu sich berief. Als alle zu Isfahân versammelt waren, so stellte Ebulfathah Ibn Elamid ein grofses Gastgebot an, und Rukn eddewleh so wie dessen Söhne und sämmtliche Magnaten und Edle der beiden Irâks und von Fârs beehrten das Haus des Vesirs mit ihrer Gegenwart. Nachdem die Speisung beendigt war, so beschäftigte sich Rukn eddewleh mit den Angelegenheiten seiner Söhne, gab die ganze Pro- 20 vinz Fârs, Kermân und Ahvâs bis zu dem Distrikte von Bagdâd dem Adhed eddewleh, übertrug die Regierung von Hamdân, den Districten des Gebirgslandes (edschbâl), Rai und Tabaristhân dem Fachr eddewleh, und ernannte den Mujid eddewleh zum Statthalter von Isfahân und der zu dieser Stadt gehörigen Provinz, indem er diesen beiden letztern Brüdern es zum Gesetze machte, die Befehle des Adhed eddewleh nicht zu übertreten, und sie zur Eintracht und Vermeidung der Mifshelligkeiten ermahnte. Als dieses vollbracht war, so bekleideten sich die vornehmen Dilemiten einander mit Ehrenkleidern nach ihrer Sitte, und in eben diesen Tagen starb Rukn eddewleh.

In einigen Chroniken wird die Dauer der Regierung des Rukn eddewleh zu vier und dreifsig Jahren angegeben, wovon sechszehn und ein halbes Jahr gleichzeitig sind mit der Regierung des Imâd eddewleh, die übrigen siebenzehn Jahre und ein halbes später fallen. Er war ein König von trefflicher Gesinnung und edler Freigebigkeit, übte Recht und Gerechtigkeit und hielt die Seids (Nachkommen der Propheten) so wie die gelehrten und gebildeten Männer in hohen Ehren [22].

IV.

Regierung des Moiss eddewleh Ahmed Ibn Bujeh.

Im Jahre 322 (vom 21. Dec. 933 bis zum 9. Dec. 934) beauftragte Imâd eddewleh seinen Bruder Moiss eddewleh [23] und ein Heer tapferer Dilemiten mit der Eroberung der Provinz Kermân. Moiss eddewleh kam zuerst nach Sirdschân, und unterwarf sich diese Provinz. Als damals Ibrahim Simdschur Dewathi,

welcher den Mohammed (Ibn) Eliâs in Kermân belagerte, die Kunde von der Ankunft des Moiss eddewleh erhielt, so gab er jene Unternehmung auf, und zog nach Chorasân; auch Mohammed Ibn Eliâs verliefs aus Furcht vor Moiss eddewleh die Provinz Kermân und entwich nach Sisthân, worauf Moiss eddewleh sowohl gegen Ali Ibn Kelujeh als gegen Mohammed Ibn Eliâs, welcher nach seiner Flucht wieder nach Kermân gekommen war, Krieg führte, zuletzt aber seine Feinde überwältigte und den Garten der Provinz Kermân von den Disteln der Widersacher reinigte [24]. Dann zog er gegen Ahvâs, und unterwarf sich [im J. 326 vom 7. Nov. 937 bis zum 27. Okt. 938] nach vielen Kämpfen gegen die Statthalter des Chalifen auch diese Provinz [25].

Im Jahre 332 (vom 3. Sept. 943 bis zum 22. Aug. 944) führte Moiss eddewleh ein zahlreiches Heer von Ahvâs nach Wâsit, wo Thusun [26], der oberste Emir des Chalifen, mit einem grofsen Heere ihm entgegen kam. Die Heere 21 stritten wider einander zwölf auf einander folgende Tage; endlich ergriff Thusun die Flucht, und Moiss eddewleh, nachdem er seinen Gegner einige Parasangen verfolgt hatte, zog sich nach Ahvâs zurück.

Im Jahre 333 (vom 23. Aug. 944 bis zum 11. Aug. 945) führte Moiss eddewleh zum zweiten Male ein Heer nach Wâsit; und als [der Chalife] Musthekfi [27] und Thusun mit den arabischen Truppen sich ihm entgegenstellten, so hielt er den Kampf nicht für rathsam und zog sich wiederum nach Ahvâs zurück.

Im Jahre 334 (vom 12. Aug. 945 bis zum 31. Jul. 946) zog Moiss eddewleh mit einem starken Heere zum dritten Male nach Wâsit und gelangte von dort nach Bagdâd. Vor seiner Ankunft bei dem Palaste des Friedens ([1]) war Thusun gestorben [28] und [Sirek] Ibn Schirsâd (als Emir el umerâ) ihm gefolgt. Als nun Moiss eddewleh am 11. Dschumâda' l ewwel des gedachten Jahrs (18. Dec. 945) vor dem Thore von Bagdâd Eschschemasijeh sich lagerte, so entwich (verbarg sich) Ibn Schirsâd; und am andern Tage begab sich Moiss eddewleh in den Palast des [Chalifen] Musthekfi um die Huldigung zu leisten. Der Chalife aber errichtete mit Moiss eddewleh einen Vertrag, verlieh an diesem Tage dem Ahmed den Titel Moiss eddewleh (d. i. Verherrlicher des Reichs), so wie dessen Brüdern Ali und Hassan die Titel Imâd eddewleh (d. i. Säule des Reichs) und Rukn eddewleh (d. i. Pfeiler des Reichs), und liefs ihnen diese Titel sowohl in dem Kanzelgebete als auf den Geprägen der Dinare beilegen. Dem Moiss eddewleh wies man den Palast des Eunuchen Munis zur Wohnung an, und seine Soldaten erhielten ihre Herbergen in den Häusern der Einwohner von Bagdâd, was den letztern höchst lästig war. Nachdem Moiss eddewleh sich in den Besitz der unumschränkten Gewalt zu Bag-

---

([1]) Beiname von Bagdâd.

dâd gesetzt hatte, so wies er dem Chalifen Musthekfi täglich die Summe von fünf Tausend Dirhems zu seinen Ausgaben an, aber schon im Dschumâda' lachir beraubte er ihn des Chalifats und setzte den Moti an seine Stelle [29]. In eben diesem Jahre zog Nâsir eddewleh begleitet von Ibn Schirsâd von Mosul heran, um den Moiss eddewleh zu bekriegen, und bemächtigte sich der Hälfte von Bagdâd; hierauf stritten Moiss eddewleh und Nâsir eddewleh ohne Unterbrechung wider einander so lange, bis sie im Moharrem (dem ersten Monate) des Jahrs 335 (vom 1. Aug. 946 bis zum 21. Jul. 947) mit einander Frieden machten; worauf Nâsir eddewleh nach Mosul sich begab und Moiss eddewleh in Bagdâd blieb [30].

Im Jahre 336 (vom 22. Jul. 947 bis zum 9. Jul. 948) unternahm Moiss eddewleh einen Feldzug nach Basrah, und eroberte jenes Land [31].

Im Jahre 337 (vom 10. Jul. 948 bis zum 29. Jun. 949), als Moiss eddewleh Mosul angriff, so floh Nâsir eddewleh nach Nesibin; und Moiss eddewleh verübte in Mosul grofse Gewaltthätigkeiten, weil es seine Absicht war, den Nâsir eddewleh mit Einem Male zu vernichten und das Wiederemporkommen desselben 22 unmöglich zu machen. In derselben Zeit kam ein Bote von Rukn eddewleh mit der Meldung: „die Truppen von Chorasân sind gegen Rai und Dschordschân gezogen, und es ist nothwendig, dafs der Bruder unverweilt und ohne Zaudern zurückkehre." Diese Meldung bewog den Moiss eddewleh mit Nâsir eddewleh Frieden zu schliefsen unter der Bedingung, dafs der letztere aus den Einkünften seiner Provinz jährlich die Summe von acht Millionen Dirhems in den Schatz zu liefern habe; worauf Moiss eddewleh nach Bagdâd zurückkehrte [32].

Im Jahre 334 (vom 26. April 955 bis zum 13. April 956) wurde Moiss eddewleh von einer schweren Krankheit befallen, dergestalt dafs er mehrere Tage seinen Palast nicht verliefs. Dadurch wurden viele eitle Gerüchte unter den Leuten veranlafst und in Bagdâd entstand grofse Verwirrung; als aber Moiss eddewleh ungeachtet der fortdauernden Schmerzen sich zu Pferde zeigte, so nahmen jene Unruhen ein Ende [33].

Im Jahre 345 (vom 14. April 956 bis zum 3. April 957) empörten sich Rusbihân der Dilemite und dessen Brüder wider Moiss eddewleh, welcher nach vielen Kämpfen sie überwältigte; und in derselben Zeit, in welcher er durch den Krieg wider den Rusbihân beschäftigt wurde, sandte Nâsir eddewleh ein Heer gegen Bagdâd, und suchte diese Stadt sich zu unterwerfen. Moiss eddewleh aber, als er jenen Krieg beendigt hatte, eilte nach Mosul und bemächtigte sich dieser Stadt, worauf Nâsir eddewleh nach Nesibin sich begab; hierauf verfolgte Moiss eddewleh den Nâsir eddewleh so lange bis dieser Syrien erreichte, und Moiss eddewleh [34] selbst erkrankte und deshalb nach Bagdâd zurückkehrte, wo er [im J. 351

vom 8. Febr. 962 bis zum 28. Jan. 963] an den Thüren der Moscheen folgendes (in arabischer Sprache) eingraben liefs: „Gott verfluche den Moawijeh Ibn Ebu Sefiân, und Gott verfluche denjenigen, welcher Fatimeh, der Gott gnädig sei, des Landes Fedek beraubte, und er verfluche denjenigen, welcher das Begräbnifs des Hassan bei dem Grabe seines Grofsvaters (Mohammed), dem Gott gnädig sei und dessen Nachkommen er beglücke, hinderte, und denjenigen, welcher den Ebu Dsorr den Gifariten (1) verbannte und den Abbas aus dem Rathe ausschlofs." Da der Chalife damals unter der Gewalt des Moiss eddewleh war, so konnte er solches nicht hindern; in dem Aufruhr, welcher dadurch in Bagdâd veranlafst wurde, vertilgte man zwar diese eingegrabene Inschrift, Moiss eddewleh aber liefs sie wiederherstellen, und dieses Zerwürfnifs dauerte so lange bis der Vesir Ibn el-23 mohdi auf die Auskunft fiel, in der Verfluchung keinen andern Namen als den des Moawijeh vorbringen zu lassen. Man schrieb hierauf an der Stelle jener Inschrift die zwei oder drei Worte: „Gott verfluche diejenigen, welche ungerecht handeln gegen die Nachkommen des göttlichen Botschafters, den so wie dessen Nachkommen Gott segnen und beglücken wolle." Durch diese zweckmäfsige Mafsregel wurde dieser Aufruhr gestillt [35].

Im Jahre 356 (vom 16. Dec. 966 bis zum 5. Dec. 967) starb Moiss eddewleh und hatte seinen Sohn Iss eddewleh Bechthiâr zum Nachfolger. Moiss eddewleh war ein und zwanzig Jahre oberster Emir (Emir elumerâ) zu Bagdâd; und als er krank war (2), spendete er unzählbare Almosen und gab seinen Mamluken die Freiheit.

V.

Regierung des Adhed eddewleh Ibn Rukn eddewleh.

Adhed eddewleh Ebu Schedschâ Fennâ [36] Chusrew Ibn Rukn eddewleh Hassan Ibn Bujeh setzte sich im Jahre 338 nach der Anordnung seines Oheims Imâd eddewleh auf den Thron der Herrschaft von Fârs und Kermân. Der Verfasser des Thârich Kavâmi überliefert folgendes: „Im Anfange der Regierung des Adhed eddewleh hatte eine von den Sclavinnen seines Harems ein Einverständnifs mit einem Soldaten, und sie kamen zusammen so oft dazu Gelegenheit und Möglichkeit sich darbot. Eines Tages begab sich jener Soldat auf die Jagd, und als er eine Öde und Wüste durchzog, ging ein Fuchs in sein Loch; der Soldat, welcher

(1) Über Ebu Dsorr und dessen Verbannung durch den Chalifen Otsmân s. Abulfedae ann. mosl. T. I, p. 260. Im Kâmus (I, 619.) wird seiner gedacht bei Gelegenheit der Bestimmung der Aussprache des Namens seines Stamms, der Benu Gifâr.

(2) Wahrscheinlich in seiner letzten Krankheit.

anfing zu graben, um den Fuchs herauszutreiben, gelangte dadurch zu einer Treppe; und da er diese herabstieg, fand er ein Gemach, und in diesem Gemache viele Gefäfse, welche angefüllt waren mit Gold und Edelsteinen. Davon nahm er etwas, stellte ein Wahrzeichen hin und bedeckte das Loch wieder. Als er nach der Stadt zurückgekehrt war, so besuchte er die Sclavin wiederum fleifsig, und diese, da der Soldat ihr gröfsere Geschenke und Gaben verehrte, als sein Vermögen zu gestatten schien, wandte alle Mühe an, um zu erfahren, wie es sich damit verhielte. Eines Tages, als der Soldat betrunken war, fragte sie ihn: „woher hast du solche Mittel?" der Soldat aber gab zur Antwort: „was kümmert dich solches? wenn ich auch tausendmal so viel für dich verwendete, so würde mir dennoch an Geld es nicht fehlen." Dadurch wurde die Neugierde der Sclavin noch höher gespannt, und als sie dem Soldaten in der äufsersten Trunkenheit noch einmal jene Frage machte, so offenbarte er seiner Geliebten den ganzen Hergang, wie er den Schatz gefunden hatte. Die Sclavin, da sie durch die Offenbarung dieser Sache gröfsere Gunst bei Adhed eddewleh zu gewinnen hoffte, begab sich zu demselben, und redete mit ihm also: „ich habe zwar in deinem Harem ein Verbrechen begangen, welches des Todes mich schuldig macht; 24 wenn aber der Sultan mir Gnade gewähren will, so kann ich ihm einen Schatz nachweisen, welcher für die Ausgaben vieler Jahre genügen wird." Hierauf gab ihr Adhed eddewleh den Ring der Gnade, und die Sclavin eröffnete ihm die Sache von Anfang bis zu Ende. Dann befahl er ihr von dem Manne zu verlangen, dafs er ihr den Schatz zeigte, und wenn dieser darein willigte, ihn davon in Kenntnifs zu setzen. Die Sclavin aber sprach zu gelegener Zeit zu dem Soldaten in dieser Weise: „bis jetzt hast du mir alles verschafft, was ich erbat oder ersehnte, und keinen Wunsch in meinem Gemüthe [unerfüllt] gelassen, und es ist in meinem Herzen kein andres Begehren geblieben als den Schatz zu sehen, welchen du gefunden hast; jetzt bitte ich dich, den Ort des Schatzes mir zu zeigen, damit ich für mein ganzes Leben Schuldnerin deiner Güte sei." Diese Bitte wurde von dem Soldaten genehmigt und von ihm der Tag bestimmt, an welchem sie mit einander zu dem Schatze sich begeben wollten; was die Sclavin dem Adhed eddewleh anzeigte. Dieser gab ihr ein Tuch mit Papierschnitzeln (indem er sagte): „wenn du dahin gehst, so streue solches auf den Weg ohne dafs der Soldat es gewahr werde, damit ich eure Spur verfolgen könne." Die Sclavin begab sich also an dem bestimmten Tage mit jenem Manne nach dem Schatze und streute die Papierschnitzel aus wie ihr befohlen worden; Adhed eddewleh aber folgte mit einiger Begleitung der Spur dieser beiden Personen bis er zu dem Orte des Schatzes gelangte. Der Soldat, als er den Adhed eddewleh erblickte, gerieth in die äufserste Furcht und Bestürzung; Adhed eddewleh aber beruhigte

ihn und sprach: „eines von diesen Gefäſsen gehört dir, und die Sclavin gebe ich dir zur Gattin." Darüber war der Soldat sehr froh, und Adhed eddewleh brachte jenen ganzen Schatz in die Schatzkammer, und erbaute von solchem Golde ein hohes Gebäude auf dem Nedschf ([1]) an dem Grabmale des Ali Ibn Ebu Talib, des Fürsten der Gläubigen und Priesters der Gottesfürchtigen, über welchem Friede sei.

Derselbe Verfasser des Tharich Kawâmi berichtet: „Adhed eddewleh in der Zeit seiner Regierung hatte den Wunsch, daſs, wie zu den Zeiten der Herrschaft der Könige von Adschm man zu diesen aus Rum (dem römischen Reiche) Geschenke und Gaben gesandt hatte, eben so man auch ihn beschicken möchte. Als dieser Gedanke in seinem Gemüthe Festigkeit gewonnen hatte, so rief er einen Kaufmann, welcher sein Vertrauter war, zu sich, und sprach: „du muſst nach Rum reisen und dieses und dieses thun;" was aber Adhed eddewleh mit dem Kaufmann verabredete, wird durch die Folge der Erzählung deutlich werden. Adhed eddewleh gab also dem Kaufmann vieles Geld und sandte ihn in jenes Land. Als der Kaufmann nach Rum gekommen war, die Magnaten des
25 kaiserlichen Reichs besucht und ihnen Geschenke überreicht hatte, so gelangte er durch ihre Fürsprache zu der Person des Kaisers; und da er wundervolle Geschenke sowohl an Diamanten von schönem Wasser als andern ähnlichen Gegenständen als Huldigungen mit sich führte, so ward ihm eine sehr gnädige Aufnahme von dem Kaiser zu Theil und er benahm sich dergestalt, daſs man ihn nicht nur für einen Christen hielt, sondern daſs er auch, weil er so oft er zum Kaiser kam allerlei Geschenke und Gaben überreichte, zu den Vertrauten und Freunden des Kaisers gezählt wurde. Erst späterhin, als er seine Liebe zu dem Islam und den Muslims kund werden lieſs, vernahm man, daſs er zu der Gemeinschaft der Seeligen und dem auserwählten Volke gehörte. Denn nach einiger Zeit trug er dem Kaiser folgendes vor: „in der Nähe meiner Wohnung befindet sich ein wüster Platz, welcher sich zur Aufführung eines Gebäudes eignet, und ich wünsche auf demselben eine Moschee zu erbauen, um dadurch in dieser Welt mir ein ehrenvolles Denkmal zu stiften und in jener Welt eine groſse Belohnung zu verdienen." Nachdem der Kaiser dieses Ansuchen bewilligt hatte, so lieſs der Kaufmann jenen Ort aufgraben, um mit gebrannten und natürlichen Steinen einen festen Grund für die Moschee zu legen; und die Tagelöhner fanden bei dem Aufgraben der Erde ein verschlossenes Kistchen von altem und durch Rost verzehrtem Eisen, welches sie dem Kaufmann zeigten und dann so verschlossen wie es war zu dem Kaiser brachten. Nachdem auf den

([1]) Der Name des Orts, wo Ali begraben war.

Befehl des Kaisers das Schlofs hinweg genommen war, so erblickte man in dem Kasten eine Rolle von altem zum Theil zerstörtem und zerbröckeltem Papier, welche von dem Kaiser und dessen Hofleuten für ein Schatzregister gehalten wurde. Da sie aber dieselbe näher betrachteten, so fanden sie darin eine Schrift folgenden Inhalts: „In einem gewissen Jahre (welches mit dem Regierungsantritte des Adhed eddewleh zusammentraf) wird den Thron des Reichs von Schirâs ein König von solchen und solchen Eigenschaften und solchem und solchem Namen und Ehrentitel besteigen; und wie Alexander die ganze bewohnte Erde eroberte, so wird auch dieser König die Welt, so weit sie bewohnt ist, unter seine Botmäfsigkeit bringen; jeder König, welcher mit dem Gürtel des Gehorsams sich gürtend [1] ihm Zins und Abgaben zahlt, wird sicher sein vor den Schlägen seines Heers; wer aber auf den Platz der Widerspenstigkeit und Empörung sich stellt, wird sich Verderben und Hülflosigkeit bereiten." Solches setzte den Kaiser und dessen Hofleute in Erstaunen; der Kaiser berief den Kaufmann zu sich und stellte ihm die Frage: „bist du in die Provinz Schirâs gekommen, und hast du den Fürsten dieses Reichs gesehen?" Als der Kaufmann diese Frage mit „ja" beantwortet hatte, so fragte der Kaiser weiter: „welche sind die Eigenschaften dieses Königs, von welcher Art ist seine Gestalt, wie heifst sein Name und Ehrenname?" Der Kaufmann meldete ihm alles, wie es sich verhielt, und der Kaiser fand die Angabe desselben übereinstimmend mit dem Inhalte der Rolle. Dann stellte er ferner die Frage: „stehst du mit ihm in Bekanntschaft und gutem Vernehmen?" und der Kaufmann erwiederte: „ich habe oftmals ihm Geschenke dargebracht, und er kennt mich." Hierauf redete der Kaiser also: „ich habe die Absicht durch einen beredten Botschafter jenem Könige werthvolle Geschenke und Gaben zu übersenden und in die Bahn der Zuneigung und Freundschaft mit ihm zu treten; auch ist es mein Wunsch, dafs mein Botschafter in deiner Gesellschaft nach jenem Lande sich begebe." Dieses war es eben was der Kaufmann wünschte.

26

Als der Kaufmann und der Botschafter an den Gränzen von Schirâs anlangten, so benachrichtigte der Kaufmann durch einen Boten den Adhed eddewleh von seiner Ankunft, und erhielt dagegen folgende Anweisung: „ich werde, als zur Jagd, aus der Stadt kommen, so dafs sicherlich zur Abendzeit das Zusammentreffen im Wildgarten geschehen wird." Zur Zeit des Abendgebetes kamen also von der einen Seite Adhed eddewleh, und von der andern der Botschafter des Kaisers mit dem Kaufmann heran, und nahmen ihre Herberge; und Adhed eddewleh, als er mit dem Botschafter sich unterredete, äufserte sein Mifs-

---

[1] D. i. des Gehorsams sich befleifsigend.

vergnügen über das Schreien der Frösche und gab einem seiner Begleiter folgenden Befehl: „gehe hin und sage den Fröschen: es gebietet euch der König in dieser Nacht die Zungen in den Gaum zurückzuziehn und zu schweigen." Dieser Mann warf in Folge der getroffenen Verabredung etwas von einem Mittel, welches in das Wasser geworfen die Frösche zum Schweigen zu bringen pflegt, in jenen Teich ([1]), und rief dann mit lauter Stimme die ihm von Adhed eddewleh angegebenen Worte aus; worauf die Frösche schwiegen ([2]).

Darüber sich wundernd sprach der Botschafter bei sich: „das ist ein Wunderwerk ihres grofsen Königs, dessen Befehle selbst die Thiere im Grunde des Wassers nicht unerfüllt lassen können, und dessen Gebot so mächtig ist als das Wort Salomo's, welches über Land und Meer sich erstreckt;" und als er nach Vollbringung seines Auftrags nach Rum zurückkehrte und den Kaiser über die gefundene Aufnahme Bericht erstattete, so fand dieser, dafs dasjenige was geschehen war, vollkommen mit dem Inhalt der Rolle übereinstimmte, und, bemüht die Freundschaft zu verstärken, übersandte er fortwährend kostbare Geschenke [37].

27 Im Jahre 338 (vom 30. Jun. 949 bis zum 18. Jun. 950) hatte Adhed eddewleh, als er den Thron des Sultanâts bereits besafs, keinen Feind; denn die Provinz von Rai so wie Isfahân und dessen District war in dem Besitze seines Vaters Rukn eddewleh; die Provinzen Ahvâs, Chusistân und Bagdâd standen unter der Botmäfsigkeit seines Oheims Moiss eddewleh, und Mohammed Ibn Eliâs, Statthalter von Kermân, leistete den Dilemiten löbliche Dienste.

Im Jahre 357 (vom 6. Dec. 967 bis zum 23. Nov. 968) aber sandte Adhed eddewleh seinen Sohn Ebu' lfewâris nach Kermân, um die Regierung dieses Landes zu übernehmen, was dadurch veranlafst wurde, dafs Eli Ibn Mohammed Ibn Eliâs, welchem [nach dem Tode seines Vaters] die Verwaltung von Kermân anvertraut worden war, unbesonnener Weise ein Heer in das Land des Adhed eddewleh einbrechen liefs. Dadurch erzürnt entzog Adhed eddewleh dem Eli jene Provinz [38].

Zu derselben Zeit kam die Herrschaft von Omân unter die Botmäfsigkeit des Adhed eddewleh.

Im Jahre 364 (vom 20. Sept. 974 bis zum 8. Sept. 975) zog Adhed eddewleh mit seinem Heere nach Bagdâd ([3]).

([1]) Das Wort rûd bezeichnet zwar sonst ein fliefsendes Wasser; es scheint aber an dieser Stelle auf einen Teich sich zu beziehen.

([2]) Was der Kaufmann in das Wasser warf, war ohne Zweifel ein Mittel (Salz oder etwas ähnliches), welches die Frösche bewog, die Oberfläche des Wassers zu verlassen und den Grund zu suchen, wovon die natürliche Folge war, dafs sie aufhörten zu schreien.

([3]) Von diesem Zuge handelt der Anfang des folgenden Kapitels.

VI.

Erzählung von dem Zuge des Adhed eddewleh nach dem Hause des Friedens Bagdâd, und Bericht von einigen Ereignissen, welche nach dem Tode des Moiss eddewleh Statt fanden.

Moiss eddewleh redete zu der Zeit, als er starb, zu seinem Sohne Iss eddewleh Bechthiâr also: „Wenn du willst, dafs deine Herrschaft dauernd sei, so richte dich erstlich gewissenhaft nach den Anordnungen deines Oheims Rukn eddewleh, und in jeder Angelegenheit, welche vorkommen mag, hole seinen Rath ein; zweitens achte den Adhed eddewleh höher als dich selbst und bemühe dich auf das fleifsigste ihm Ehre und Achtung zu erweisen; denn er ist mächtiger als du und der Regierungsangelegenheiten kundiger; drittens ernenne zu Vesiren den Ebu 'lfedhl Abbâs Ibn elhossain, und den Ebu 'lferedsch Mohammed Ibn Elabbâs; denn diese beiden Männer sind eben so ausgezeichnet durch Geschicklichkeit als durch Treue; endlich gewinne durch Gunstbezeigungen und königliche Geschenke die Dilemitischen sowohl als die Türkischen Soldaten, und bemühe dich unablässig die Zuneigung des Hadschib Sobokthegin dir zu erhalten." Iss eddewleh aber befolgte nach dem Tode seines Vaters keine dieser Ermahnungen; sondern mit Lustbarkeiten und Tändeleien beschäftigt fand er nur Vergnügen in der Unterhaltung und dem Umgange mit Weibern, Sängern und Possenreifsern. Dadurch wurde Sobokthegin dem Bechthiâr entfremdet und endlich dahin gebracht, dafs er den Dienst desselben verliefs; es kam zuletzt so weit, 28 dafs Sobokthegin zu offener Feindseligkeit schritt, indem die Türken auf seine Seite traten und die Dilemiten es mit Bechthiâr hielten, wodurch zwischen den beiden Truppen ein langwieriger Kampf veranlafst wurde, dessen ausführliche Erzählung ermüdend und lästig sein würde [29]. Als [im J. 363 vom 1. Okt. 973 bis zum 19. Sept. 974] nach dem Tode des Sobokthegin die Türken den Albthegin zu ihrem Oberhaupte erwählt hatten, so lagerten sie sich in dem Gebiete von Wâsit in der Nähe des Lagerplatzes, den Bechthiâr eingenommen hatte; und dort fanden während der Dauer von funfzig Tagen zwischen beiden Heeren Gefechte Statt, in welchen meistens die Türken den Sieg gewannen. In diesen Tagen sandte Bechthiâr täglich einen Botschafter an Adhed eddewleh mit der Meldung: „es ist nothwendig, dafs du auf das schleunigste nach dem arabischen Irâk kommest;" und da Adhed eddewleh die Nachricht von der Übermacht der Türken erhielt, so trat er mit den persischen Truppen den Zug an und begab sich nach Wâsit zum Iss eddewleh Bechthiâr [40]. Die Türken, indem sie sich

ihm entgegenstellten, erhoben zwar [im J. 364 vom 20. Sept. 974 bis zum 8. Sept. 975] einen heftigen Kampf, wurden aber in die Flucht geschlagen [41] und flohen ohne wieder festen Fuſs zu gewinnen nach Bagdâd; worauf Adhed eddewleh sie verfolgend an der östlichen Seite der Stadt sich lagerte und dem Bechthiâr die Stellung an der westlichen Seite anwies. Auch dort kämpften die Türken tapfer einige Tage lang, ermüdeten aber endlich und verzweifelten, und begaben sich mit dem Chalifen Taji nach Thekrith. Adhed eddewleh, nachdem er sich der Stadt Bagdâd bemächtigt hatte, lieſs den Chalifen einladen zu ihm zu kommen; Taji machte sogleich sich von den Türken los und begab sich nach Bagdâd, und Adhed eddewleh sandte dem Chalifen Teppiche und anderes Geräth entgegen und empfing ihn mit Achtung und Höflichkeit. Hierauf nahm Adhed eddewleh den Bechthiâr und dessen Brüder gefangen. Als Rukn eddewleh solches vernahm, so warf er sich von seinem Sitze herab und beschloſs in heftigem Verdrusse nach Bagdâd zu ziehen [1]; Adhed eddewleh aber um seinen Vater zu besänftigen, setzte den Bechthiâr in Freiheit, gab ihm sein Land zurück und verlieſs Bagdâd [42].

Nach dem Tode des Rukn eddewleh sammelte Adhed eddewleh seine Truppen und unternahm einen Kriegszug nach dem arabischen Irâk [im J. 366 vom 29. Aug. 976 bis zum 17. Aug. 977]; und als er nach Chusisthân kam, so traf dort mit ihm Iss eddewleh Bechthiâr zusammen; weil aber an dem Tage der Schlacht eine Schaar von dem Heere des Bechthiâr zu den Truppen des Adhed eddewleh überging: so verlieſs Iss eddewleh das Schlachtfeld [43]; und als er [im J. 367 vom 18. Aug. 977 bis zum 7. Aug. 978] in die Gegend von Mosul kam, so stieſs Ebu Tsaleb mit zwanzig Tausend Mann zu ihm. Adhed eddewleh, da er solches vernahm, zog sogleich in jene Gegend; und da die beiden Heere unfern von Thekrith zusammentrafen, so entzündete sich ein heftiger Kampf, in welchem Ebu Tsaleb die Flucht ergriff und Bechthiâr gefangen wurde; den letztern lieſs Adhed eddewleh, als er vor ihn gebracht wurde, auf der Stelle enthaupten. Bechthiâr war damals sechs und dreiſsig Jahre alt und hatte etwas über eilf Jahre regiert [44]. Als Adhed eddewleh hierauf in Mosul einige Zeit verweilte, so sprach er: „dieses Land gefällt mir mehr als Irâk Adschm;" dann vertheilte er seine Schaaren und lieſs durch dieselben [im J. 368] Diâr bekr und die meisten Burgen jenes Landes unterjochen und erobern, so wie er auch Dijâr beni Modher und die dortigen Burgen überwältigte. Auch Saad eddewleh Ibn Seif eddewleh, damaliger Fürst von Haleb, unterwarf sich seiner Botmäſsigkeit [45].

Im Jahre 368 (vom 8. Aug. 978 bis zum 27. Jul. 979) richtete Adhed eddewleh seine Aufmerksamkeit auf die verwüsteten Gebäude von Bagdâd, indem

---

(1) Vgl. oben Kap. III, S. 63.

er die Moscheen wieder aufbauen liefs. Auch setzte er für die Imams und Ausrufer zum Gebete Gehalte aus, rief die Waisen, Armen und Kranken zurück und wies ihnen monatliche Gaben an, und erbaute Basârs, so wie er auch die Besitzer verwüsteter Gebäude zu deren Wiederherstellung anhielt. Wo ein Flufs gehemmt war, bewirkte er für denselben freien Lauf; die Gefälle, welche damals von den nach Mekka Pilgernden erhoben wurden, schaffte er ab; von Bagdâd bis nach Mekka setzte er jeden verschütteten Brunnen wieder in den frühern Zustand, und sandte Almosen an die Bewohner von Mekka, Medina und der Grabstätte des Fürsten der Gläubigen und Imams der Gottesfürchtigen Ali Ibn Ebutalib und des Imam Hossein, über welchen Friede sei. Den Fakirs, denen, welche der Überlieferung (hedis) kundig waren, denen, welche mit der Metaphysik sich beschäftigen, den Grammatikern, Dichtern, Ärzten, Rechenmeistern und Feldmessern gewährte er bestimmte und fortwährende Belohnungen. Seinem Vesir Nesr Ibn Hârun, einem Christen, erlaubte er Bethäuser und Kirchen für seine Glaubensgenossen zu erbauen, und unterstützte die christlichen Armen aus seinen eignen fürstlichen Einkünften. Im Jahre 371 (vom 6. Jul. 981 bis zum 24. Jun. 982) vollendete er das Krankenhaus an der westlichen Seite von Bagdâd, und versah dasselbe mit allem Erforderlichen in Beziehung auf einen Arzt, die Heilmittel und erquickenden Getränke.

Im Jahre 372 (vom 25. Jun. 982 bis zum 13. Jun. 983) wurde Adhed eddewleh von der Krankheit der fallenden Sucht dergestalt ergriffen, dafs er schwach und entkräftet am 8. Schewwâl dieses Jahrs (25. März 983) verschied. In Folge seines letzten Willens wurde er in dem heiligen Boden von Nedschf (wo Ali's Grabmal war) bestattet. Er hatte vier und dreifsig Jahre regiert und sieben und vierzig Jahre gelebt. An seinem Sterbetage kam kein andres Wort 30 über seine Zunge als der Spruch: „was nützt mir mein Reichthum, meine Herrschaft ist für mich verloren" [46]. Der Chalife Taji war in der Trauerversammlung anwesend.

Adhed eddewleh war der ausgezeichnetste und treifllchste der Dilemitischen Sultane, und über seine edeln und herrlichen Handlungen hat man ganze Bände gefüllt; unter andern hat Sâbi sein Kithâb thâdschi dir echbâri âli bujeh dem Adhed eddewleh zugeschrieben [47]. Die Unterthanen waren zur Zeit dieses Fürsten ruhig im Schofse des Friedens und der Sicherheit.

Während seiner Regierung erbaute er in der Burg von Istachar in Persien einen Wasserbehälter mit sieben Treppen; und wenn auch von jeder dieser Treppen täglich tausend Personen Wasser tranken, so reichte jener Wasserbehälter für ein ganzes Jahr aus. Dann errichtete er den Damm im Flusse Kur bei Schirâs, welcher unter dem Namen Bendi Emir (Damm des Fürsten) bekannt

ist, ein Werk, dem kein andres in der Welt gleich gestellt werden kann. Um dasselbe zu beschreiben darf man nur sagen, dafs Adhed eddewleh über einen Flufs von so beträchtlicher Gröfse einen Damm und eine für den Übergang von Truppen und Karavanen genügende Strafse zu Stande brachte. Man pflegte daher zu sagen, Adhed eddewleh habe auf einem Berge ein Meer, und auf einem Meere einen Berg bewirkt. Zu Schirâs erbaute er ein Krankenhaus von unbeschreiblicher Vortrefflichkeit [48].

In den letzten Zeiten seines Lebens übte er jedoch manche Bedrückung, z. B. dafs er (um den Ertrag der Grundsteuer zu vermehren) die Vermessung der Äcker verstärkte, die Abgabe, welche bei dem Verkaufe von Lastthieren entrichtet wurde, erhöhte, und den Verkauf des Schnees zu einem Regale der hohen Kammer (Divân) machte dergestalt, dafs die von ihm dazu angeordneten Leute den Schnee vom Gebirge holten und bei den Schenkwirthen niederlegten.

VII.

Regierung des Mujid eddewleh Ibn Rukn eddewleh.

Oben ist berichtet worden, dafs Rukn eddewleh seine Provinzen unter seine Söhne Adhed eddewleh, Mujid eddewleh und Fachr eddewleh vertheilte. So lange Rukn eddewleh lebte, stritten seine Söhne nicht um die Herrschaft; als er aber gestorben war, so setzte Mujid eddewleh sich nicht ohne die Erlaubnifs des Adhed eddewleh in den Besitz der Herrschaft, welche der Vater ihm zugetheilt hatte, indem er einen Boten an den Adhed eddewleh mit der Meldung sandte: „Die Verfügung über Reich und Schatz ist demjenigen, dem ich unbedingt vertraue [1], überlassen;" und Adhed eddewleh, welcher solches sehr gut aufnahm, war bemüht, den Vortheil des Mujid eddewleh zu befördern. Fachr eddewleh dagegen kümmerte sich nicht um seinen ältern Bruder, sondern nahm ohne denselben zu befragen seinen Antheil in Besitz; wodurch Adhed eddewleh zum Unwillen gegen diesen Bruder gereizt wurde, dergestalt dafs er beschlofs ihn zu züchtigen; und da Mujid eddewleh mit Zustimmung des Adhed eddewleh gegen den Fachr eddewleh Feindseligkeit und Streit begann, so begab sich dieser nach Dschordschân und von dort nach Chorasân, suchte daselbst die Hülfe des Nuh Ibn Mansur, unternahm hierauf den Krieg gegen Mujid eddewleh und wurde überwunden, wie in der Geschichte der Samaniden berichtet worden ist [49]. Mujid eddewleh dagegen führte eine glückliche Regierung bis zu seinem Tode im Jahre 373 (vom 14. Jun. 983 bis zum 2. Jun. 984); und als Samsâm

(1) Wörtlich: „dem Rathe jener Kaabah der Hoffnungen."

eddewleh, seines Bruders Sohn, zu Bagdàd seinen Tod vernahm, so betrauerte er ihn, und der Chalife Taji nahm an der Trauer Theil (1).

Als nach dem Hingange des Mujid eddewleh die Grofsen des Reichs darüber mit einander zu Rath giengen, welcher unter den Bujiden zum Sultan zu erheben sei: so sprach Sàhib [50] Kâfi Ismail Ibn Ibàd: „man mufs den Fachr eddewleh aus Chorasàn rufen; denn er ist einerseits der trefflichste und vorzüglichste der Dilemitischen Könige, und andrerseits waren diese Länder vor Mujid eddewleh sein Erbtheil." Da die Meinungen für diese Ansicht sich vereinigten, so ernannte man den Chusrew Firus Ibn Rukn eddewleh, den jüngern Bruder des Fachr eddewleh, zu dessen Stellvertreter und lud den Fachr eddewleh durch Eilboten, welche nach Nischàbur gesandt wurden, ein zu kommen; worauf Fachr eddewleh eiligst im Ramadhàn (dem neunten Monate) des gedachten Jahrs (373) nach Rai kam, und ohne Begünstigung eines andern sein ererbtes Reich in Besitz nahm; Sàhib Ibàd aber als Vesir desselben übernahm die Regierung [51].

VIII.

Regierung des Fachr eddewleh Ibn Rukn eddewleh.

Nachdem Fachr eddewleh des Reichs sich bemächtigt hatte, so übersandte ihm Samsàm eddewleh Ibn Adhed eddewleh aus Bagdàd das Ehrenkleid des Chalifen; denn unter ihnen fand fortwährend ein freundschaftliches Verhältnifs Statt.

Im Jahre 374 (vom 3. Jun. 984 bis zum 22. Mai 985) ordnete Ebulhossein Ibn Adhed eddewleh in Ahvâs das Kanzelgebet für Fachr eddewleh an und liefs mit dessen Namen Münzen prägen.

Im Jahre 375 (vom 23. Mai 985 bis zum 12. Mai 986) zog Scherf eddewleh aus Fàrs gegen Ahvâs, und Ebulhossein, welcher vor seinem Bruder floh, kam zum Fachr eddewleh; dieser sandte seinen Neffen mit gehöriger Anweisung nach Isfahân. Nach einiger Zeit aber fiel Ebulhossein von Fachr eddewleh ab und schlofs sich dem Scherf eddewleh an; worauf seine Soldaten ihn ergriffen und zum Fachr eddewleh sandten, welcher ihn in ein Gefängnifs einsperren liefs. In solcher Gefangenschaft blieb er bis zu der tödlichen Krankheit des Fachr eddewleh, und erst dann wurde er auf Befehl des Oheims von solchem Ungemach und solcher Qual befreit.

Im Jahre 377 (vom 2. Mai 987 bis zum 19. April 988) sandte Fachr eddewleh den Sàhib Kâfi Ismail Ibn Ibàd nach Tabaristhân, um das Finanzwesen dieser Provinz in Ordnung zu bringen; und Sàhib traf nicht nur in dieser Be-

---

(1) Wörtlich: „war gegenwärtig in der Trauerversammlung." S. oben S. 75.

ziehung treffliche Anordnungen, sondern erwarb sich auch durch die Unterdrükkung derer, welche unrechtmäfsige Gewalt sich angemafst, grofses Verdienst, eroberte mehrere Burgen und kehrte noch in demselben Jahre zurück.

Im Jahre 378 (vom 20. April 988 bis zum 9. April 989) liefs Sâhib Ibâd in Dschordschân einige Goldmünzen (Thenkehs) prägen, deren jede tausend Mitskâl Gold enthielt, so dafs ein Armer, in dessen Hand eine solche Münze fiele, nichts weiter bedürfen würde. Auf der einen Seite dieser Münze waren sieben Doppelverse geprägt, deren erster also lautete:

„der rothe (d. i. das Goldstück) gleicht der Sonne in Gestalt und Bildung (¹);
denn seine Eigenschaften stammen ab von ihren (der Sonne) Eigenschaften (²)."

Auf der andern Seite befanden sich die Sure Ichlâs (die 112. Sure des Koran), der Ehrentitel des Fachr eddewleh und der Name: Dschordschân [52].

Im Jahre 379 (vom 10. April 989 bis zum 29. März 990) beschlofs Fachr eddewleh einen Zug nach dem arabischen Irâk, welcher dadurch veranlafst wurde, dafs nach dem Tode des Scherf eddewleh Ibn Adhed eddewleh, als Behâ eddewleh [53] der zweite Sohn des Adhed eddewleh seinem Bruder nachfolgte, Sâhib Ibâd dem Wunsche Raum gab Bagdâd zu erobern, und deshalb den Fachr eddewleh aufforderte und antrieb, mit einem Heer in jenes Land zu ziehen. Fachr eddewleh sammelte also ein zahlreiches Heer und begab sich nach Hamadân, wo Bedr Ibn Hasanujeh aus Kurdisthân bei ihm eintraf. Es wurde verabredet, dafs Ismail Ibn Ibâd und Bedr Ibn Hasanujeh auf der graden Strafse nach Bagdâd ziehen sollten, während Fachr eddewleh den Weg durch Kurdisthân [54] einschlüge. Behâ eddewleh Ibn Adhed eddewleh, da er von der Unternehmung des Fachr eddewleh Kunde erhielt, sammelte ebenfalls Truppen und ging demselben entgegen; und als die beiden Heere zusammen trafen, so lagerten sie sich einander gegenüber. Es ereignete sich gerade in diesem Jahre, dafs der Flufs von Ahvâs [55] übertrat und bis in das Lager des Fachr eddewleh drang, was bei dessen Soldaten die Meinung veranlafste, dafs eine Kriegslist (oder: listige Veranstaltung der Feinde) im Spiele wäre, und dieselben bewog, ohne Kampf zu entfliehen. Fachr eddewleh, da ein solches Ereignifs ihn betrübte, fragte in einem Briefe den Sâhib Ibâd, was unter diesen Umständen zu thun wäre; und der Sâhib erwiederte ihm: „es mufs Geld daran gewandt werden, und ich verspreche dir dasjenige, was heute ausgegeben wird, im folgenden Jahre doppelt zu erwerben." Dem Fachr eddewleh aber fiel es schwer, einer Truppe, welche ohne Schwert

---

(¹) d. i. das Goldstück ist rund und glänzend wie die Sonne.

(²) Bei Abulfeda umgekehrt: „denn ihre (der Sonne) Eigenschaften stammen ab von seinen Eigenschaften."

und Lanze gebraucht zu haben blofs aus Feigheit geflohen war, Geld zu geben; er begab sich also nach Rai und von dort nach Hamadàn.

Im Jahre 385 (vom 4. Febr. 995 bis zum 23. Jan. 996) starb Sàhib Ibàd [Ebu 'lkàsim Ismail Ibn Ibàd]. Sàhib Kàfi war in Beziehung auf Gelehrsamkeit, Tugend und Geschicklichkeit einzig in seiner Zeit und unübertrefflich unter seinen Zeitgenossen, und der Meister der Vesire im Rath und der Verwaltung; sein Werk über die Abfassung von Schreiben und Briefen (Kefajethi atsàr rikà we resàil) ist unter den Gelehrten berühmt und wird in hohen Ehren gehalten; und er hatte eine gröfsere Menge kostbarer Bücher gesammelt als irgend ein Vesir, ja selbst als irgend ein König. Man erzählt, dafs auf einer Reise vierhundert Kameele zur Fortbringung seiner Bücher verwandt wurden [56].

Es ist überliefert worden, dafs Sàhib Ibàd in seiner Krankheit, als Fachr eddewleh kam ihn zu besuchen, also zu demselben sprach: „ich habe mich bemüht, so weit als es mir möglich war, die Herrschaft dieses Geschlechts in gutem Rufe zu erhalten, und der Name des Königs ist in allen Ländern ehrenvoll berühmt; jetzt aber steht der Diener (d. i. Sàhib) an der Schwelle des Hingangs (Todes). Wenn der König auf der bisherigen Bahn sich hält, so wird alles Verdienst dann seiner erhabenen Thätigkeit [1] zugeschrieben werden, und dem Diener davon keine Ehre zu Theil werden; der Diener ist aber sehr wohl damit zufrieden, dafs er selbst unbekannt bleibe und der König dagegen mit einem ehrenvollen Namen berühmt werde. Wenn aber das Gegentheil geschehen wird, so wird es den Leuten so klar als die Sonne sein, dafs diese löblichen Anordnungen (Gesetze) mein Thun und mein Werk sind, und solches wird der Herrschaft und dem Reiche Nachtheil bringen und Verwirrung veranlassen; ich hoffe jedoch, dafs der König nicht nach dem Rathe böswilliger und thörichter Menschen handeln und die Bahn der Vernunft nicht verlassen werde." Hierauf erwiederte Fachr eddewleh zwar: „in solcher Weise werde ich verfahren;" er erfüllte jedoch nicht dieses Versprechen [57]. Als man den Sarg des Sàhib Ibàd nach der Stelle des Gebets (in die Moschee) brachte: so küfsten die Häupter der Dilemiten vor dem Sarge den Fufsboden wegen der hohen Würde, welche Sàhib bekleidet hatte; man hing dann den Sarg an dem Dache des Gebäudes auf und brachte ihn später nach Isfahàn, wo man den Leichnam des Sàhib zur Erde bestattete. Sàhib Ibàd hatte achtzehn Jahre das wichtige Amt des Vesirs gewissenhaft verwaltet; gleichwohl bemächtigte sich Fachr eddewleh nach dem Tode des Sàhib Ibàd der Schätze desselben, plünderte dessen Söhne aus, beraubte dessen Anhänger und Angehörige und nahm ihnen vieles Geld.

---

[1] Wörtlich: „seinem erhabenen (königlichen) Glücke."

Sâhib Ibâd unterhielt mit dem Kadi Abdu 'ldschebbâr, welcher in Beziehung auf die untergeordneten Gebote (furu) des Islâm nach der Lehre der Schafeiten sich richtete, in Beziehung auf die Hauptgebote (usul) aber Oberhaupt und Führer der Mothaseliten war [58], eine sehr vertraute Freundschaft und erzeigte demselben stets so viele Wohlthaten als er vermochte. Als Sâhib aber starb, sagte der Kadi: „ich erkenne ihn nicht für einen der seligen an;" und da man ihn fragte: „warum?" so gab er zur Antwort: „weil man von seiner Bekehrung nichts weifs." Deshalb warfen die Leute dem Abdu 'ldschebbâr Undankbarkeit vor, und Fachr eddewleh erprefste von ihm drei Tausendmal Tausend Dirhems. Im Thârich Gusideh heifst es, dafs der Kadi Abdu 'ldschebbâr, obgleich er lehrte, dafs jeder, welcher ungerechter Weise anderthalb Danek nehme, ewig in der Hölle bleiben werde, dennoch alles jenes Geld als Bestechung von den Leuten empfangen hatte. Nach solcher [wider ihn verübten] Erpressung wurde der Kadi auch seines Amtes entsetzt.

Im Jahre 387 (vom 13. Jan. 997 bis zum 1. Jan. 998) bekam Fachr eddewleh eines Tages in der Burg Tebrek Lust zu gebratenem Rindfleisch; er befahl also ein Rind in seiner Gegenwart zu schlachten und vielen Braten zu bereiten, damit er davon essen könnte; und nach diesem Braten verzehrte er noch mehrere Weintrauben. Hierauf befiel ihn ein so heftiges Bauchgrimmen, dafs sich das Sprüchwort bewährte: „hundert Leben giebt man für den Bauch dahin;" und (unter solchen Schmerzen) verschied er plötzlich [59]. Gerade zu dieser Zeit waren die Schlüssel seines Schatzes zu Rai in den Händen seines Sohnes Medschd eddewleh, man war daher nicht im Stande ein Todtenkleid zu erhalten und war endlich genöthigt, weil ein Aufstand der Dilemiten den Eingang in die Stadt (Rai) unmöglich machte, von dem Vorsteher der Moschee (zu Tebrek) ein Leichentuch zu kaufen. Wegen des Ungestüms eben jenes Aufstandes der Dilemiten blieb [der Leichnam des] Fachr eddewleh so lange in dem Palaste, dafs er in Verwesung überging. Es wird erzählt, dafs in dem Schatze des Fachr eddewleh eine unzählbare Menge von Gold und Geschirren sich fand und unter solchem Geräthe allein drei Tausend Eselslasten zugeschnittener noch nicht genäheter Kleider vorhanden waren, wornach das übrige ermessen werden mufs.

IX.

Regierung des Scherf eddewleh Ebulfewâris Schirsil Ibn Âdhed eddewleh.

Als Schirsil, welcher zu der Zeit, da sein Vater starb, in Kermân war, die Nachricht von diesem Ereignisse erhielt, so kam er eilig nach Fârs; und

nachdem er von diesem Lande Besitz genommen hatte, so tödtete er den Nesr Ibn Harun, einen Christen, welcher Vesir seines Vaters war, weil er wider denselben einen Groll in seinem Gemüthe hegte, und setzte dagegen diejenigen, welche sein Vater eingekerkert hatte, in Freiheit. Indem er mit seinem Bruder Samsâm eddewleh in ein feindliches Verhältniſs trat, lieſs er in seinem eigenen Namen das Kanzelgebet ablesen und sammelte, das Geld des Schatzes dazu verwendend, ein beträchtliches Heer [60]. Samsâm eddewleh sandte zwar den Hadschib (Kammerherrn) Ebulhossein mit zahlreichen Truppen von Bagdàd, um ihn zu bekämpfen; Scherf eddewleh aber lieſs einen von den Häuptern seiner Emire mit einer Schaar tapferer Krieger wider die Truppen von Bagdàd ziehen, und als es zum Kampf zwischen den beiden Heeren kam, so wurden die Truppen des Samsâm eddewleh in die Flucht getrieben und Ebulhossein fiel in Gefangenschaft. Mittlerweile fertigte Scherf eddewleh einen Gesandten an die Karmaten ab; und dieser Gesandte, als er zurückkehrte, berichtete dem Scherf eddewleh folgendes: „die Karmaten befragten mich wegen der Eigenschaften und Sitten des Königs, worauf ich so und so antwortete; dann fuhren sie fort: was wird durch solches gewonnen, da er in Einem Jahre drei Vesire absetzt und drei andere Vesire ernennt." Seit dieser Zeit bis zu seinem Lebensende entfernte Scherf eddewleh keinen Vesir von seinem Amte.

Im Anfange des Jahrs 375 (vom 23. Mai 985 bis zum 12. Mai 986) zog Scherf eddewleh mit einem Heere nach Ahvàs, indem er als Vorwand gebrauchte, daſs Samsâm eddewleh den Ebu Nesr Behâ eddewleh, den jüngern Bruder des Scherf eddewleh, gefangen und eingekerkert hatte. Dadurch gerieth Samsâm eddewleh in Furcht und bat um Frieden; Scherf eddewleh aber kam von Ahvâs nach Basrah und eroberte diese Provinz, worauf Samsâm eddewleh den Behâ eddewleh in Freiheit setzte und zum Scherf eddewleh sandte. Dann kam unter ihnen der Friede unter der Bedingung zu Stande, daſs Scherf eddewleh Emir elumerâ sein und in der Provinz Irâk der Name des Scherf eddewleh vor dem Namen des Samsâm eddewleh im Kanzelgebete genannt werden sollte. Mitten unter diesen Verhandlungen aber brachte Scherf eddewleh in Erfahrung, daſs einige der Häupter und Magnaten von Irâk Arab ihm geneigt wären; er bereute es also Frieden gemacht zu haben, und zog mit dem Heere nach Bagdàd. Samsâm eddewleh hielt hierauf Rath mit erfahrnen Männern, und obwohl jeder seine Ansicht vortrug, so miſsfiel dem Samsâm eddewleh dennoch alles was vorgebracht wurde, und er setzte sich mit einigen Vertrauten in ein Schiff und begab sich zum Scherf eddewleh. Dieser nahm ihn zwar mit Achtung und Höflichkeit auf; als er aber aus dem Gemache trat, lieſs Scherf eddewleh ihn verhaften und einkerkern und setzte sich in den Besitz von Bagdàd [61]. Über die

Regierung des Samsâm eddewleh und dessen unglückliches Ende werden wir sofort, so Gott will, berichten.

Im Jahre 379 (vom 10. April 989 bis zum 29. März 990) erkrankte Scherf eddewleh; und als seine Hofleute an seinem Leben verzweifelten, so sprachen sie: „da der königliche Prinz Ebu Ali des Königs Liebling gegenwärtig in Fàrs sich befindet, wer soll bis zur Genesung des Königs das Reich verwalten?" Scherf eddewleh erwiederte darauf: „ich habe mit meinen eignen Angelegenheiten zu schaffen, ihr selbst möget entscheiden." Sie sprachen dann weiter: „so es dem hohen Willen gemäfs ist, so möge Behâ eddewleh Stellvertreter sein, damit Unruhen verhütet werden;" Scherf eddewleh aber gab auch darauf dieselbe Antwort. Nach dem Tode des Scherf eddewleh hielt Behâ eddewleh die Trauerfeierlichkeit, an welcher auch der Chalife Taji Theil nahm, und dieser übersandte, als er in den Palast des Chalifats zurückgekehrt war, dem Behâ eddewleh das königliche (sultanische) Ehrenkleid [62].

X.

Regierung des Samsâm eddewleh Ibn Adhed eddewleh.

Samsâm eddewleh Ebu Kâlindschâr Mersbân Ibn Adhed eddewleh nahm nach dem Tode seines Vaters dessen Stelle zu Bagdàd ein und sandte seine Brüder Ebulhossein [63] und Ebu Tàhir Firusschâh, nachdem er ihnen Ehrenkleider verliehen hatte, nach Fàrs, indem er ihnen anbefahl ihre Reise zu beschleunigen und sich zu bemühen in jene Provinz zu gelangen bevor Scherf eddewleh nach Schiràs käme. Als sie aber nach Ardschân kamen, so hörten sie, dafs Scherf eddewleh ihnen zuvorgekommen war und jener Provinz sich bemächtigt hatte; worauf sie nach Ahvàs zurückkehrten.

Im Jahre 375 (vom 23. Mai 985 bis zum 12. Mai 986) leistete Asfâr Ibn Schirujeh, welcher einer der Emire von Dilem war, da er Mifstrauen fafste gegen Samsâm eddewleh, dem Bruder desselben Behâ eddewleh Ibn Adhed eddewleh die Huldigung, indem ein Theil der Truppen seinem Beispiele folgte. Dieses bewog den Samsâm eddewleh, da es ihm an Macht gebrach, den Mândâr, einen der Soldaten von Dilem, welcher durch grofses Ansehen sich auszeichnete, um Beistand anzusprechen; und dieser solchem Ansuchen entsprechend, übernahm den Krieg gegen Asfâr, trieb ihn in die Flucht, nahm den Ebu Nesr Behâ eddewleh gefangen und führte denselben zu seinem Bruder; und Samsâm eddewleh befahl ihn einzukerkern.

Samsâm eddewleh, nachdem er nahe an vier Jahre oberster Emir zu Bagdâd gewesen war, gerieth in Gefangenschaft bei seinem Bruder Scherf eddewleh; und

einige der Emire riethen dem letztern, entweder dem Samsâm eddewleh die Stelle als oberster Emir zu gewähren oder ihn zu tödten. Scherf eddewleh aber that keines von beiden, sondern in Berücksichtigung der Wohlfahrt des Reichs sandte er den Samsâm eddewleh nach Schirâs und befahl ihn in einer der dortigen Burgen in Gewahrsam zu halten und sorgfältig zu bewachen. Als Scherf eddewleh erkrankte, so sandte er auf den Antrieb einiger Magnaten des Reichs den Kammerherrn (Ferrâsch) Medschd eddin aus Schirâs nach Fârs, und liefs durch denselben den Samsâm eddewleh blenden [64]. Als aber die Nachricht von dem Ableben des Scherf eddewleh in Fârs sich verbreitete, so zog die Besatzung der Burg den Samsâm eddewleh aus dem Gefängnisse hervor, und es sammelte sich ein zahlreiches Heer um ihm beizustehen und ihn zu vertheidigen. Die Nachricht von diesen Ereignissen bewog den Behâ eddewleh gegen den Samsâm eddewleh mit den Truppen auszuziehen; und nach mehrern Gefechten kam unter ihnen ein Friede zu Stande, mit der Bedingung, dafs die Provinzen Fârs und Ardschân dem Samsâm eddewleh, Chusisthân und Irâk Arab dem Behâ eddewleh gehören sollten [65]. Hierauf kehrte Behâ eddewleh nach Bagdâd zurück, wo er den Aufstand, welchen während seiner Abwesenheit Meuterer in der dortigen Gegend erregt hatten, unterdrückte und die Empörer vertilgte.

Im Jahre 380 (vom 30. März 990 bis zum 18. März 991), als die Söhne des Iss eddewleh Bechthiâr Ibn Moiss eddewleh des Dilemiten, welche in einer Burg von Fârs eingekerkert gewesen waren und durch die Begünstigung der Besatzung ihre Freiheit erlangt hatten, eben jener Burg, in welcher sie waren gefangen gehalten worden, sich bemächtigten und hierauf ein Theil der Dilemiten in deren Dienst übertrat: so sandte Samsâm eddewleh, als er solches Ereignifs erfahren hatte, den Ebu Ali Ibn Usthâd Hurmus, um den Krieg wider die Söhne des Bechthiâr zu führen. Ebu Ali belagerte sie, und die Söhne des Iss eddewleh, sechs an der Zahl, da sie nicht im Stande waren, länger Widerstand zu leisten, baten um Frieden, worauf Ebu Ali, nachdem er ihnen Sicherheit gewährt hatte, sie aus der Burg herausführte und zu Samsâm eddewleh brachte, welcher ihrer zwei tödtete und die übrigen vier einkerkern liefs. [66]. 38

Nach dieser Begebenheit, als zwischen Behâ eddewleh und Samsâm eddewleh das gute Vernehmen Störung erlitten hatte, so beauftragte Samsâm eddewleh den Ebu Ali Ibn Usthâd Hurmus, einen ausgezeichneten Feldherrn, mit der Unterdrückung des von Behâ eddewleh erregten Aufstandes; und da Ebu Ali in allen Gefechten, welche zwischen ihm und den Truppen des Behâ eddewleh Statt fanden, Sieger war, so zog endlich Behâ eddewleh in eigener Person wider ihn; aber auch in allen den Gefechten, welche hierauf zwischen diesen beiden sich ereigneten, neigte sich der Sieg zu den Panieren des Ebu Ali. Als aber Behâ

eddewleh beinahe zum Äussersten gebracht war, so verbreitete sich in dem Heere des Ebu Ali die Nachricht von der Ermordung des Samsâm eddewleh, welcher auf folgende Weise sein Leben endigte. Als er nehmlich seine Truppen musterte und den Namen eines jeden, dessen Herkunft von Dilem zweifelhaft war, in der Musterrolle löschte: so gerieth ein Theil der Soldaten in Verzweifelung wegen des Soldes (der ihnen entzogen wurde), und diese verführten die Wächter der Söhne des Bechthiâr und setzten die letztern in Freiheit; worauf eine beträchtliche Zahl herumschweifenden und loosen Gesindels in deren Dienst sich begab. Da zu dieser Zeit der Kern der Truppen des Samsâm eddewleh in den Krieg wider Behâ eddewleh gezogen war, so sah Samsâm eddewleh sich genöthigt, in einer Burg von Fàrs Zuflucht zu suchen; der Befehlshaber aber gestattete ihm nicht den Eingang. Hierauf kam Samsâm eddewleh mit drei Hundert Menschen, welche von Allem entblöfst waren, nach Dudmân, einem zwei Parasangen von Schirâs entlegenen Orte, wo der dortige Statthalter, Tahir mit Namen, ihn ergriff und hierauf dem Ebu Nesr Bechthiàr überlieferte; und dieser liefs ihn im Monate Dsulhidschdscheh des gedachten Jahrs [388] (December 998) tödten [67]. Samsâm eddewleh, ein Fürst von unendlicher Milde und Freigebigkeit hatte neun Jahre und acht Monate über Fàrs regiert.

Nach der Ermordung des Samsâm eddewleh wurde dessen Mutter gleichfalls getödtet und mit ihrem Sohne in einem kleinen Behältnisse, welches an der Pforte des fürstlichen Palastes (zu Schiràs) sich befand, begraben; als aber Behâ eddewleh nach Fàrs kam, so liefs er beide aus jenem Grabe wieder hinwegnehmen und in dem Begräbnisse des Geschlechtes Bujeh bestatten.

XI.

39 Regierung des Behâ eddewleh Ebu Nesr Ibn Adhed eddewleh.

Nach dem Tode des Scherf eddewleh gelangte Behâ eddewleh zum sichern Besitze der Gewalt als Emir elumerâ von Bagdâd.

Im Jahre 381 (vom 19. März 991 bis zum 7. März 992) entsetzte Behâ eddewleh den Chalifen Tàji aus dem Geschlechte Abbas des Chalifats auf folgende Veranlassung. Als die Soldaten von dem Behâ eddewleh Sold begehrten und in dem Schatze kein Geld sich vorfand, auch Behâ eddewleh durch die Erpressung, welche er gegen seinen Vesir übte, nicht soviel erwirkte, als zur Befriedigung der Truppen erfordert wurde: so sprach Ibn Moallim, welcher unter der Regierung des Behâ eddewleh eines grofsen Ansehens genofs, also: „der Chalife Tàji besitzt vieles Geld, ihn verhafte, vertheile sein Geld unter die Soldaten und setze einen andern auf den Thron des Chalifats." Da Ibn Moallim solches

Beginnen dem Behâ eddewleh als leicht und ausführbar darzustellen wufste, so entsetzte Behâ eddewleh den Tâji billâh des Chalifats, und huldigte dem Kâdir billâh als Fürsten der Gläubigen [68].

Nach diesem aber [im J. 382 vom 8. März 992 bis zum 24. Febr. 993] verhaftete Behâ eddewleh den Ibn Moallim, weil er nicht mit gut gesinnten Leuten Umgang hielt (d. i. weil er mit verdächtigen Leuten umging); worauf die Soldaten, weil sie von Ibn Moallim gekränkt waren, dessen Auslieferung forderten; und Behâ eddewleh, nachdem er vergeblich versucht hatte, ihnen solches auszureden, sah wider seinen Willen sich gezwungen ihnen den Ibn Moallim zu überantworten. Die Soldaten gaben dem Ibn Moallim zweimal Gift, und als dieses ohne Wirkung blieb, so schnürten sie endlich ihm den Hals dergestalt zusammen, dafs ihm der Athem ausging (d. i. so erwürgten sie ihn). [69].

Zur Zeit der Regierung des Behâ eddewleh sandten die Söhne des Bechthiâr, als sie den Samsâm eddewleh getödtet hatten, ein Schreiben an Ebu Ali Ibn Usthâd Hurmus folgenden Inhalts: ,,Unsere Hoffnung und unser Vertrauen ruhet auf dir, und wir beauftragen dich von den Truppen für uns die Huldigung anzunehmen und den Behâ eddewleh mit Eifer zu bekämpfen." Ebu Ali aber, da er von den Söhnen des Bechthiâr nichts gutes für sich erwartete, weil sie wufsten, dafs auf seinen Rath von Samsâm eddewleh zwei ihrer Brüder getödtet worden waren, hatte keine Neigung in ihren Dienst zu treten, sondern sandte einen Boten an Behâ eddewleh und bat für sich und die Dilemiten um Verzeihung; und Behâ eddewleh, diese Bitte gnädig aufnehmend, gewährte dem Ebu Ali und dessen übrigen Emiren Verzeihung, indem er ihnen sagen liefs: ,,ihr seid ohne Schuld, weil mein Bruder Samsâm eddewleh, euer Herr, euch sandte mich zu bekriegen; jetzt liegt es jedem ob sein Blut zu rächen." Nachdem die Dilemiten in solcher Weise von dem Behâ eddewleh Verzeihung erhalten hatten, so unterwarfen sie sich seinem Befehle, und einige ihrer Häupter kamen zu Behâ eddewleh und leisteten ihm den Eid der Treue; worauf sie an die Schaar der Dilemiten, welche in der Stadt Sûs [in Chusisthân] sich befand, die Botschaft sandten: ,,wir haben mit dem Emir Behâ eddewleh Frieden gemacht, kommt nun auch ihr aus der Stadt heraus." Diese aber gaben zur Antwort: ,,wenn der König sich bemühen wird zu kommen, so werden wir uns die Ehre geben ihm die Füfse zu küssen." Als aber späterhin (¹) Behâ eddewleh mit seinem Heere vor Sûs anlangte, so kamen die Dilemiten aus der Stadt hervor und begannen einen heftigen Kampf; und da Behâ eddewleh darüber seinen Verdrufs äufserte, so warfen die Dilemiten ihre Waffen weg und sprachen:

(¹) Wörtlich: am andern Tage.

„es ist der Gebrauch der Dilemiten auch nach geschlossenem Frieden tüchtig sich zu schlagen, damit niemand ihnen Feigheit vorwerfen könne." Da nunmehr dem Behâ eddewleh in Ahvâs kein Widersacher mehr übrig war, so beauftragte er den Ebu Ali Ibn Usthâd Hurmus mit der Unterwerfung von Fârs; und dieser, nachdem er in jene Provinz sich begeben hatte, entriſs dieselbe den Söhnen des Iss eddewleh. Als Behâ eddewleh die Nachricht von dieser Eroberung erhalten hatte, so kam er nach Schirâs, und nachdem er des Thrones von Fârs sich bemächtigt, so ertheilte er den Befehl, die Einwohner von Dudmân zur Strafe dafür, daſs sie den Samsâm eddewleh verhaftet und den Söhnen des Bechthiâr überliefert hatten, zu tödten, worauf er diese Ortschaft durch Feuer zerstören lieſs ([1]). Dann entsendete er den Ebu Dschafer Ibn Usthâd Hurmus mit einer Heeresabtheilung nach Kermân, und dieser unterwarf diese ganze Provinz.

Bald darauf aber kam Ebu Nesr Ibn Iss eddewleh Bechthiâr, welcher vor dem Ebu Ali Ibn Usthâd Hurmus geflohen war und unter die Dilemiten sich begeben hatte, mit einer Schaar dieser Truppen nach Kermân; Ebu Dschafer, nachdem er wider ihn gestritten und die Flucht ergriffen hatte, suchte Zuflucht in Sirdschân und Ebu Nesr zog nach Dschireft und sandte Statthalter und Befehlshaber nach den Germsirâth (d. i. warmen Gegenden) von Kermân; worauf diese ganze Gegend unter seine Botmäſsigkeit kam. Behâ eddewleh, als er von dieser Lage der Sache Nachricht erhalten hatte, beauftragte den Mufik Ibn Ismail nebst einem Theile des Heers mit der Unterdrückung dieses Aufstandes, und Mufik zog mit den Truppen nach Dschireft. Da er aber den Ebu Nesr Ibn Bechthiâr dort nicht antraf, so erkundigte er sich nach demselben und vernahm, daſs der Lagerplatz des Ebu Nesr acht Parasangen entfernt wäre; worauf Mufik mit dreihundert auserlesenen Männern seines Heers dahin zog. Auch dort sah er keine Spur des Ebu Nesr; er brach also vor dem Eintritte der Morgendämmerung wieder auf und erreichte ihn endlich nach mehren Tagemärschen. Als die beiden Heere mit Schwert und Säbel wider einander kämpften, so räumte zuletzt Ibn Bechthiâr das Schlachtfeld, und auf der Flucht streckte ihn einer sogar von seinen Gefährten mit einem Schlage zu Boden; worauf derselbe zu Mufik sich begab um ihm solches zu melden. Bald hernach kam ein anderer und überbrachte dem Mufik den von Körper getrennten Kopf des Ibn Bechthiâr; und nachdem Mufik eine groſse Anzahl der Flüchtlinge getödtet hatte, so unterwarf sich ihm die ganze Provinz Kermân [70].

([1]) Wörtlich: nachdem er Feuer in dieser Ortschaft angezündet brachte er Rauch von ihrem Dudmân in die Höhe. Das Wortspiel: dûd es dûdmâni ischân ber âwerd ist nicht übersetzbar. Der Name Dudmân bedeutet übrigens einen groſsen Stamm oder eine ansehnliche Wohnung, und die Redensart dûd ber âwerden gewöhnlich nichts anders als zerstören.

Sehr merkwürdig ist es, dafs ein Sterndeuter, bevor Ebu Nesr Ibn Bechthiâr getödtet wurde, zu Mufik gesagt hatte: „an einem gewissen Montage wird Ebu Nesr getödtet werden." Als nun noch fünf Tage vor jenem Montage übrig waren, so sprach Mufik zu dem Sterndeuter: „Die von dir bestimmte Zeit ist nahe, und noch haben wir keine Nachricht über Ebu Nesr." Hierauf erwiederte der Sterndeuter: „wenn er an jenem Tage nicht getödtet sein wird, so tödte du mich; wenn er aber umkommen wird, so geziemt es dir, mich zu belohnen und zu beschenken." Da Ebu Nesr wirklich an dem von dem Sterndeuter vorher gesagten Montage getödtet wurde, so schenkte Mufik dem Sterndeuter eine beträchtliche Geldsumme und machte ihn dadurch zum reichen Mann.

Nach solcher Eroberung liefs Mufik einen Statthalter in Kermân zurück und begab sich zum Behâ eddewleh, welcher ihn mit Gunstbezeigungen und Geschenken ehrte und erfreute, gleichwohl aber nach einigen Tagen, weil er sich dem Dienste und der Aufwartung unter gesuchtem Vorwande entzog und die Warnungen des Behâ eddewleh nicht beachtete, verhaften, einkerkern und später tödten liefs.

Im Jahre 401 (vom 14. Aug. 1010 bis zum 2. Aug. 1011) starb der Oberfeldherr Ebu Ali zu Bagdâd, nachdem er sein Alter auf neun und vierzig Jahre gebracht und geraume Zeit die Oberfeldherrnstelle (das Emirât) in Bagdâd und Irâk verwaltet hatte. Er unterhielt mit gottesfürchtigen Leuten ein löbliches Zusammenleben, und unter der Regierung des Behâ eddewleh genofs niemand einer solchen Achtung als Ebu Ali [71].

Im Jahre 403 (vom 22. Jul. 1012 bis zum 11. Jul. 1013) [72] starb Behâ eddewleh an der fallenden Sucht, und sein Sarg wurde nach dem Begräbnifsplatze des Fürsten der Gläubigen Ali, über welchem Friede sei, gebracht und dort beigesetzt. Er hatte ein Lebensalter von vierzig Jahren und neun Monaten erreicht, und vier und zwanzig Jahre regiert.

XII.

Regierung des Medschd eddewleh Ibn Fachr eddewleh Ibn Rukn eddewleh Ibn Bujeh.

Nach dem Tode des Fachr eddewleh setzten die Grofsen des Reichs dessen Sohn Medschd eddewleh, welcher noch im Kindesalter war, auf den Thron, die Geschäfte der Regierung aber besorgte die Mutter desselben Saideh, eine verständige Frau [73], welche in einer solchen Weise die Regierung verwaltete, dafs im ganzen Reiche niemand weder im Einzelnen noch im Ganzen irgend etwas ohne ihr Wissen unternahm.

Im Jahre 390 (vom 12. Dec. 999 bis zum 29. Nov. 1000) wurde Medschd eddewleh Gefangener seiner Mutter auf folgende Veranlassung. Als Medschd eddewleh zu den Jahren der Reife gelangt war, so widersetzte er sich seiner Mutter in den Angelegenheiten der Regierung und übertrug sogar ohne ihre Zustimmung das Amt eines Vesirs dem berühmten (1) Ebu Ali (Ibn Sina oder Avicenna) [74]. Saideh, welche deshalb auf ihren Sohn zürnte, begab sich nach dem Schlosse Tebrek, worauf Ebu Ali zwar einige Wächter beauftragte darauf zu achten, dafs Saideh nicht entfliehe; Saideh aber entkam gegen das Ende der Nacht aus der Burg und nahm den Weg nach Chusisthân. Als Bedr Ibn Hasanujeh, Statthalter dieser Provinz, von der Ankunft der Saideh unterrichtet wurde, so ging er ihr bis zum Gränzpasse von Chusisthân entgegen, bewies ihr seine Ehrerbietung und Unterwürfigkeit in jeder Weise, sammelte Truppen und begleitete die Saideh nach Rai, wo er gegen Medschd eddewleh kämpfte und denselben nebst seinem Vesir gefangen nahm. Hierauf bemächtigte sich Saideh der Regierung, sandte den Bedr Ibn Hasanujeh mit kostbaren Ehrenkleidern und reichen Geschenken zurück, und befestigte ihre Herrschaft durch gewissenhafte Übung aller Pflichten der Gerechtigkeit. An den Audienztagen unterredete sie sich, hinter einem dünnen Vorhange sitzend, mit dem Vesir und dem Zahlmeister; und den Gesandten aus fremden Ländern ertheilte sie, ohne dazu von irgend jemanden einer Anweisung zu bedürfen, die gehörigen Antworten in angemessenen Worten.

Man erzählt, dafs der Sultan Mahmûd der Gasnevide folgendes der Saideh melden liefs: „lafs für mich das Kanzelgebet halten und mit meinem Namen die Münzen prägen; wo nicht, so sei zum Kriege gerüstet." Hierauf erwiederte Saideh: „so lange mein Gemal lebte, war ich darauf bedacht, was zu thun sein möchte, wenn der Sultan solches verlangen würde; jetzt aber bin ich in dieser Beziehung ohne Sorgen, weil der Sultan Mahmûd ein einsichtsvoller und verständiger Herrscher und der Ausgang eines Krieges ungewifs ist; wenn der Sultan siegte, so würde er dadurch seinen Ruhm nicht sehr vermehren, indem er nur eine Wittwe überwältigen würde; und wenn er von mir eine Niederlage erlitte, so würde eine solche Schande bis zum jüngsten Tage nicht auf der Tafel der Geschichte gelöscht werden können."

43 Möglich dafs, so du über mich den Sieg gewinnst,
Du einer Wittwe Rede gestanden seiest;
Ich, so ich wider dich suchte zu (rechter) Zeit den Streit,
Wäre eine geschickte Spielerin auf der Erde Oberfläche.

---

(1) Nach andrer Leseart (auch in der Chronik des Heider): dem Chatib d. i. Redner der Moschee.

Aus eben solchem Kampfe, wie (dem Kampfe) des Fuchses und des Wolfes,
Würdest du erniedrigt, und ich würde erhöht hervorgehen ([1]).

Durch diese geschickte Antwort wurde der Sultan Mahmûd bewogen von Feindseligkeiten abzustehen; und so lange Saideh lebte, unternahm er keinen Krieg gegen ihr Reich. Als Saideh nach einiger Zeit mit ihrem Sohne sich versöhnte, so gelangte Medschd eddewleh auf den Thron, Saideh blieb jedoch im Besitze der Herrschaft. Sie sandte den Schems eddewleh, den Bruder des Medschd eddewleh, nach Hamadân und übertrug [im J. 398 vom 16. Sept. 1007 bis zum 3. Sept. 1008] dem Ebu Dschafer Ibn Kakujeh die Statthalterschaft von Isfahân [75]. So lange Saideh am Leben blieb, bewahrte die Herrschaft des Medschd eddewleh ihren vollen Glanz, nach dem Tode der Saideh [im J. 420] aber trat Unordnung und Verwirrung ein [76].

Im Anfange des Jahrs 420 (vom 19. Jan. 1029 bis zum 8. Jan. 1030) unternahm der Sultan Mahmûd Gâsi einen Kriegszug aus Gasnah nach Irâk [77], um diese Provinz zu erobern; und als er nach Masenderân kam, so erschien bei ihm Menutscheher Ibn Schems el maali Kabus Ibn Veschmgir und überreichte ihm königliche Geschenke; nach einigen Tagen aber kehrte derselbe aus blofser Furcht, ohne Erlaubnifs in seine Provinz zurück, sandte jedoch für die Bedürfnisse der Truppen des Sultans vier hundert Tausend Dinare und entschuldigte sich, worauf der Sultan seinen Fehler ihm verzieh. Zu dieser Zeit sandte Medschd eddewleh an den Sultan einen Brief, in welchem er sich über seine Truppen beschwerte; Medschd eddewleh aber liebte keine andere Beschäftigung als den Umgang mit Weibern und die Lesung von Büchern. Als der Sultan von den Verhältnissen jenes Fürsten Kunde erhielt, so sandte er ein beträchtliches Heer nach Rai und befahl dem Heerführer dafür zu sorgen, dafs er den Medschd eddewleh gefangen nähme und fesselte. Da nun die Truppen des Sultans nach Rai gekommen waren, so begab sich Medschd eddewleh zu ihnen, und der Hadschib (Kammerherr) des Sultans, welcher der Emir der Truppen war, nahm den Medschd eddewleh und dessen Sohn Ebu Dilf gefangen; worauf der Sultan, nachdem er davon benachrichtigt worden war, ohne Aufenthalt nach Rai kam. Aus dem dortigen Schatze überbrachte man dem Sultan die Summe von einer Million Di- 44

([1]) Diese Verse habe ich um so mehr ganz wörtlich übersetzt, als der Sinn der einzelnen Ausdrücke mir nicht vollkommen klar ist, obgleich über den Sinn des Ganzen, welches nur das vorhin in Prosa schon gesagte wiederholt kein Zweifel obwalten kann. Das zweite Distichon scheint eine Anspielung auf das Schachspiel zu enthalten, indem die Worte kaim endâs besonders einen geschickten Schachspieler bezeichnen. Der Sinn des von den Handschriften E. und G. mitgetheilten Distichons ist:

Wenn du von der Gradheit abweichst, so ist es krumm;
Was ist das für Tapferkeit, welche von einem Weibe überwunden wird!

nare an baarem Gelde, und Edelsteine im Werthe von fünf hundert Tausend Dinaren, so wie sechs Tausend seidene Kleider, auch Geräthe von Gold und Silber. Dann liefs er den Medschd eddewleh zu sich kommen und fragte ihn: „Hast du das Schahnâmeh, welches die Geschichte der Könige von Persien enthält, und das Thârich Tabari, in welchem die Schicksale des Fürsten des Islam dargestellt werden, gesehen?" Als Medschd eddewleh diese Frage bejahete, so fragte der Sultan weiter: „hast du Schach gespielt?" Auch diese Frage wurde von Medschd eddewleh bejahet; worauf der Sultan fortfuhr: „ist in jenen Büchern wohl berichtet, dafs in einem Reiche zwei Könige herrschten, oder hast du auf einem Felde des Schachbretts zwei Könige gesehen?" Da Medschd eddewleh diese Frage verneinte, so sprach der Sultan: „was hat dich denn bewogen, dich in die Gewalt eines Mannes zu geben, welcher mächtiger ist als du?" Hierauf liefs er den Medschd eddewleh nebst dessen Sohn und Befehlshabern fesseln und sandte sie nach Gasnah; worauf er dem Chalifen Kâdir in folgender Weise schrieb: „Wir kamen nach Rai, nahmen den Medschd eddewleh gefangen und fanden in dessen Palaste funfzig freie Weiber, und darunter mehr als dreifsig Mütter von Söhnen; ich fragte ihn dann, nach welchen Grundsätzen er diese Weiber unterhielte, worauf er antwortete, es sei schon der Gebrauch seiner Vorfahren gewesen mit den Weibern nur eine Zeitehe einzugehen und in solcher Weise sie zu unterhalten. Wir liefsen ferner eine Zahl von Bateniten, welche in seinem Dienste standen, am Galgen aufhängen, und versetzten sämmtliche zu Rai sich aufhaltende Mothaseliten von dort (¹) und sandten sie nach Chorasân" [78].

Es wird überliefert, dafs in der Bibliothek des Medschd eddewleh eine grofse Zahl von Büchern sich befand, und der Sultan diejenigen dieser Bücher, welche die Lehren der Sofis und Mothaseliten enthielten, verbrennen, die übrigen aber nach Chorasân bringen liefs. Indem der Sultan seinen Sohn Mesûd in Rai zurückliefs, kehrte er selbst zurück, wie vorhin (in der Geschichte der Gasneviden) berichtet worden ist [79].

XIII.

45

Regierung des Sultân eddewleh Ibn Behâ eddewleh Ibn Adhed eddewleh.

Als Behâ eddewleh in Ardschân gestorben war, so begab sich Sultân eddewleh, nachdem er des Thrones sich bemächtigt, von Ardschân nach Schirâs,

(¹) Das Verbum kutschâniden findet sich nicht in den Wörterbüchern; es ist ohne Zweifel von dem vornehmlich in der Chorasmischen Mundart üblichen Worte kutsch d. i. Wanderung (s. Meninsky) abgeleitet und bedeutet also auf die Wanderung bringen.

und sandte den einen seiner Brüder Dschelâl eddewleh nach Basrah und den andern mit Namen Ebulfewâris nach Kermân. Den Ebulfewâris aber, nachdem er in Kermân sich festgesetzt hatte, bewog eine Schaar der Dilemiten, sich wider seinen Bruder zu empören, Truppen zu sammeln und gegen Schirâs zu ziehen; und da Sultân eddewleh nicht in Fârs anwesend war, so bemächtigte sich Ebulfewâris dieser Provinz ohne Schwierigkeit. Sobald Sultân eddewleh von diesem Ereignisse Kunde erhalten hatte, so sammelte er ein Heer und zog wider seinen Bruder; und Ebulfewâris, welcher aus Schirâs hervorkam und wider den Sultân eddewleh stritt, wurde in die Flucht geschlagen, floh nach Kermân, und entwich, als ihn sein Bruder dahin verfolgte, aus Kermân nach Chorasân, wo ihn Jemin eddewleh Mahmûd, zu welchem er sich begab, mit Achtung und Höflichkeit empfing, und in der Versammlung, in welcher die Königlichen Prinzen (Söhne von Königen) sich beisammen fanden, ihm seinen Platz vor dem Dâra Ibn Schems elmaâli Kâbus Ibn Veschmgir anwies. Solches verdrofs den Dâra sehr, und er bemerkte daher in jener Versammlung, dafs die Väter des Ebulfewâris einst Diener seiner Vorfahren gewesen wären; was sich darauf bezog, dafs Imâd eddewleh und dessen Brüder ehemals im Solde des Merdâvidsch Ibn Sijâd des Oheims von Kâbus gedient hatten. Hierauf sprach der Sultân Mahmûd: „dem Ebulfewâris gebührt der Rang vor dir, weil seine Väter das Reich mit dem Schwerte erobert haben;" womit der Sultan eigentlich in Erinnerung bringen wollte, dafs er selbst mit den Waffen das Reich den Samaniden abgewonnen hatte. Indem der Sultan also der Angelegenheiten des Ebulfewâris sich annahm, gab er bald hernach dem Ebu Said aus dem (arabischen) Stamme Taj, einem seiner angesehensten Emire, den Auftrag, mit einem zahlreichen Heere den Ebulfewâris nach Irâk zu begleiten; und diese beiden kamen zuerst nach Kermân und unterwarfen sich diese Provinz, worauf sie nach Fârs ihren Zug fortsetzten und Schirâs ebenfalls einnahmen, während Sultân eddewleh in Bagdâd sich aufhielt. Da aber Ebulfewâris dem Ebu Said nicht gehörige Ehre erwies, so fühlte dieser sich gekränkt, kehrte zurück und beklagte sich in dem Rathe des Sultans 46 über den Ebulfewâris.

Sultân eddewleh, als er die Rückkehr des Ebu Said vernommen hatte, verliefs Bagdâd und begab sich auf den Weg nach Schirâs; worauf Ebulfewâris die Provinz Fârs räumte und nach Kermân entwich; und da Sultân eddewleh auch dahin durch ein Heer ihn verfolgen liefs, so begab er sich, weil er mit dem Sultân Mahmûd noch nicht sich versöhnt hatte, nach Hamadân zu dem Schems eddewleh Ibn Fachr eddewleh, und von dort nach Betâih [80], wo ihn Mohadsdsib eddewleh, Fürst dieses Landes, mit der äufsersten Höflichkeit und Achtung aufnahm und reichlich beschenkte. Gleichzeitig übersandte dem Ebul-

fewâris sein Bruder Dschelâl eddewleh aus Basrah werthvolle Kleider, arabische Pferde und vieles Geld, indem er ihm melden liefs, er würde ihm getreulich dienen, falls er diese Gegend mit seinem Besuche beehren würde. Mittlerweile wurde durch Gesandtschaften, welche die Brüder mit einander wechselten, eine Vereinbarung unter der Bedingung bewirkt, dafs Sultân eddewleh die Provinz Kermân in der früheren Weise dem Ebulfewâris überlassen, und dieser dagegen aller Widerspenstigkeit wider seinen Bruder sich enthalten sollte. So war also im Jahre 409 (vom 19. Mai 1018 bis zum 7. Mai 1019) Ebulfewâris wiederum Fürst in Kermân.

Im Jahre 411 (vom 26. April 1020 bis zum 15. April 1021), als der gröfste Theil der Truppen von Irâk sich geneigt zeigte in den Dienst des Ebu Ali Hassan Ibn Behâ eddewleh, welchen man Muschrif eddewleh zu nennen pflegt, überzutreten (d. i. den Ebu Ali als ihren Herrn anzuerkennen): so riethen dem Sultân eddewleh seine Räthe, den Ebu Ali zu verhaften, weil ohne solche Mafsregel ein Aufstand ausbrechen würde. Sultân eddewleh versuchte es zwar den Ebu Ali in seine Gewalt zu bekommen, es gelang ihm aber nicht. Da der beste Theil der Truppen wirklich in den Dienst des Muschrif eddewleh übertrat, so verlohr Sultân eddewleh den Muth und begab sich nach Wâsit. Nach längerem Streite schlossen die Brüder mit einander Frieden unter der Bedingung, dafs keiner von ihnen den Ibn Sehlân zum Vesir ernennen, Muschrif eddewleh als Statthalter seines Bruders die Provinz des arabischen Irâk regieren und Sultân eddewleh in Fârs und Ahvâs seinen Sitz nehmen sollte. In Folge dieser Vereinbarung begab sich Sultân eddewleh von Wâsit nach Ahvâs. Als er aber nach Thusther kam, so ernannte er den Ibn Sehlân zum Vesir, worüber Muschrif eddewleh unwillig wurde, weil ausgemacht worden war, dafs sie dem Ibn Sehlân keinen Antheil an den Regierungsgeschäften zugestehen wollten. Hierauf rüstete Sultân eddewleh ein Heer aus, welches unter der Anführung des Ibn Sehlân den Muschrif eddewleh aus Irâk zu vertreiben bestimmt war. Muschrif eddewleh aber brachte glücklich ein Heer zusammen, ging dem Ibn Sehlân entgegen und überwand ihn in einer Schlacht; worauf Ibn Sehlân in die Burg von Wâsit sich flüchtete. Als dort Muschrif ihn belagerte, so entstand in der Burg eine heftige Hungersnoth, und diese Bedrängnifs stieg zu einer solchen Höhe, dafs alle Hunde und Katzen verzehrt wurden, und da solche Noth für die Bewohner der Burg 47 von langer Dauer war, so sah Ibn Sehlân sich genöthigt, dem Muschrif eddewleh nach bedungener Sicherheit sich zu unterwerfen.

Im Monate Dsulhidschdscheh (dem zwölften arabischen Monate) des Jahrs 411 (vom 26. April 1020 bis zum 15. April 1021) erhielt Muschrif eddewleh den Ehrentitel Schâhinschâh (d. i. König der Könige), und entfernte den Namen des Sultân eddewleh aus dem Kanzelgebete in den Moscheen [81].

Im Jahre 412 (vom 16. April 1021 bis zum 4. April 1022) kam Dschelâl eddewleh, Fürst von Basrah, mit seinem Bruder Muschrif eddewleh in Folge einer Verabredung dahin überein, den Ibn Sehlân blenden zu lassen. Seitdem solches geschehen war, zeigten sich die Spuren der Schwäche und des Verfalls in den Angelegenheiten ([1]) des Sultân eddewleh; und die Türken, welche zu Ahvâs sich befanden, fingen mit den Begleitern desselben Streit an, und beraubten dieselben ihres Geldes und Gepäcks.

XIV.

Regierung des Ebu Ali Muschrif eddewleh Ibn Behâ eddewleh.

Im Anfange des Jahrs 412 (vom 16. April 1021 bis zum 4. April 1022) hielt man zu Bagdâd das Kanzelgebet im Namen des Muschrif eddewleh, indem man den Namen seines Bruders, des Sultân eddewleh, wegliefs [82]. Eine Schar der Dilemiten, deren Gefolge zu Ahvâs sich befand, erbat sich von dem Muschrif eddewleh die Erlaubnifs in jene Gegend sich zu begeben, ihre Familie und Kinder zu besuchen und dann zurückzukehren; und Muschrif eddewleh, als er ihnen solchen Urlaub bewilligte, gab ihnen seinen Vesir Ebu Gâlib zum Begleiter. Als die Dilemiten nach Ahvâs gekommen waren, so überwältigten sie den Ebu Gâlib ([2]) und tödteten ihn, worauf die Türken, welche dem Muschrif eddewleh zugethan waren, nach Dschesir (Dschesireh?) Ibn Rejis sich flüchteten. Sultân eddewleh, als er die Ermordung des Vesirs vernahm, freute sich darüber, weil er den Ebu Gâlib sehr fürchtete, und sandte seinen Sohn Ebu Kâlendschâr nach Ahvâs.

Im Jahre 413 (vom 5. April 1022 bis zum 24. März 1023) kam zwischen Sultân eddewleh und Muschrif eddewleh eine Übereinkunft zu Stande, nach welcher das arabische Irâk dem Muschrif eddewleh, Fârs und Kermân dem Sultân eddewleh verbleiben sollten; und beide schwuren, sich einander in ihren Provinzen nicht zu beunruhigen [83].

Im Jahre 415 (vom 14. März 1024 bis zum 2. März 1025) starb Sultân eddewleh zu Schirâs [84]; und da dessen Sohn Ebu Kâlendschâr zu Ahvâs sich befand, so liefs Ibn Mokarrem denselben durch Eilboten, welche er von Schirâs absandte, einladen zu kommen. Die Türken aber, welche in Fârs ihr Standlager hatten, sandten ein Schreiben nach Kermân und luden in demselben den Ebulfewâris ein; und dieser kam vor der Ankunft des Ebu Kâlendschâr aus Kermân

---

([1]) Wörtlich: in den Wangen der Angelegenheiten.

([2]) Wörtlich in einem Wortspiel: sie machten den Vater des Überwältigers zum Überwältigten.

nach Schirâs und nahm den Ibn Mokarrem gefangen; worauf Ebu Kâsim, der
48 Sohn des Ibn Mokarrem, welcher im Dienste des Ebu Kâlendschâr stand, seinen Herrn aufforderte und anreizte Schirâs zu erobern. In Folge dieser Aufforderung rüstete Ebu Kâlendschâr ein zahlreiches Heer aus Ahvâs und Chusisthân, mit welchem er nach Fârs zog; und Ebulfewâris, dem es an hinlänglicher Macht fehlte, sich zu behaupten, kehrte nach Kermân zurück.

XV.

Regierung des Ebu Kâlendschâr Ibn Sultân eddewleh Ibn Behâ eddewleh.

Ebu Kâlendschâr kam, als sein Oheim Ebulfewâris nach Kermân zurückkehrte, nach Schirâs und behauptete die Herrschaft; die Dilemiten aber theilten sich in zwei Partheien, indem die Einen der Meinung waren, dafs man den Ebulfewâris aus Kermân vertreiben müfste, die Anderen aber zum Frieden riethen. Zu dieser Zeit erregten die Soldaten einen Aufstand, indem sie ihren Sold begehrten; in dem Schatze aber war kein Geld vorhanden. Da Ebu Kâlendschâr wegen seines jugendlichen Alters nicht im Stande war, die Truppen in Ordnung zu bringen, so verliefs er Schirâs und begab sich nach Newbendedschân, wo wegen der heftigen Hitze der Luft viele seiner Soldaten erkrankten. Von dort kam er nach Schaab Buwân. Die Dilemiten aber, welche in Schirâs geblieben waren, sandten einen Eilboten an den Ebulfewâris, um ihm zu melden, dafs die Stadt verlassen wäre; und als dieser Fürst wiederum nach Schirâs kam, so übergaben sie ihm die Stadt. Ebulfewâris, nachdem er der Herrschaft in Schirâs sich bemächtigt hatte, zog gegen Schaab Buwân; und als er in dieser Gegend anlangte, so vermittelten Friedensstifter eine Vereinbarung, nach welcher Schirâs und Kermân dem Ebulfewâris verbleiben sollten, und Ebu Kâlendschâr mit der Herrschaft über Ahvâs sich zu begnügen hatte. Hierauf kehrte Ebulfewâris nach Schirâs zurück und Ebu Kâlendschâr begab sich nach Ardschân.

Als aber der Vesir des Ebulfewâris gegen die Bewohner von Fârs in einem solchen Mafse Erpressungen übte, dafs diejenigen, welche den Ebulfewâris gerufen hatten, diesen Schritt bereuten: so flohen einige derselben zum Ebu Kâlendschâr, worauf die Mifshelligkeit und Feindseligkeit zwischen dem Oheim und dem Brudersohne von Neuem ausbrach; dergestalt dafs Ebu Kâlendschâr in Fârs eindrang, und Ebulfewâris, nachdem er ein Heer gerüstet, aus der Stadt (Schirâs) ihm
49 entgegen zog. Nach vielen Kämpfen eilte Ebulfewâris, da er zur Flucht genöthigt wurde, nach Dârâbdscherd, und Ebu Kâlendschâr bemächtigte sich [im

Jahre 415] des Throns von Fàrs [85]. Was ferner sich ereignete, soll, so Gott will, sogleich berichtet werden.

XVI.

Regierung des Dschelâl eddewleh Ibn Behâ eddewleh.

Im Monate Rebi el-ewwel (dem dritten Monate) des Jahrs 416 (vom 3. März 1025 bis zum 20. Febr. 1026) starb Muschrif eddewleh, nachdem er drei und zwanzig Jahre und drei Monate gelebt und fünf Jahre und fünf und zwanzig Tage regiert hatte [86]. Da zu der Zeit seines Ablebens sein Bruder Ebu Tàhir Dschelàl eddewleh sich zu Basrah befand, so liefs man zu Bagdàd zwar (im Kanzelgebete) den Namen desselben nach dem Namen des Chalifen nennen, und sandte Eilboten aus um ihn einzuladen; Dschelàl eddewleh aber zögerte so lange mit der Reise nach Bagdàd (Dàr esselàm), dafs man zuletzt seinen Namen wieder aus dem Kanzelgebete ausliefs. Als Dschelàl eddewleh dieses vernahm, so begab er sich auf die Reise nach Bagdàd; ein Theil der Truppen des Chalifen stellte sich zwar, als er in jenes Land kam, ihm entgegen um ihn zurückzuweisen, als er aber sich nicht abwehren liefs, so kam es zum Kampfe, und er wurde durch die Plünderung seiner Schätze zum Rückzuge gezwungen, worauf er nach Basrah eilte.

Im Jahre 417 (vom 21. Febr. 1026 bis zum 9. Febr. 1027) bemächtigten sich die Türken der Gewalt zu Bagdàd, übten gegen das geringe Volk Erpressung und Gewaltthätigkeiten und behielten in den Kämpfen, welche zwischen ihnen und der Bevölkerung (von Bagdàd) Statt fanden, die Oberhand, worauf sie viele wohlhabende Einwohner ausplünderten und die Strafsen und Plätze von Bagdàd durch Feuer verwüsteten [87]; allein ungeachtet ihres Sieges besorgten die (Türkischen) Soldaten, dafs sie nicht im Stande sein möchten dem Angriffe der Kurden und Araber aus der Umgegend von Bagdàd auf die Stadt Widerstand zu leisten; und sie liefsen den Dschelàl eddewleh einladen zu kommen. Auf solche Weise geschah es, dafs im Dschumada 'lewwel (dem fünften Monate) des Jahrs 418 (vom 10. Febr. 1027 bis zum 27. Jan. 1028) das Kanzelgebet wiederum im Namen des Dschelàl eddewleh verrichtet wurde [88]. Im Ramadàn (dem neunten Monate) des erwähnten Jahrs eilte Dschelàl eddewleh aus Basrah nach Bagdàd, begab sich in den Palast des Chalifats, bewies durch den Kufs des Fufsbodens dem Chalifen seine Ehrerbietung und wurde von demselben hoch geehrt, worauf er in dem Palaste des Emirats seine Wohnung nahm und verordnete, dafs vor 50 der Pforte dieses Palastes täglich fünfmal die Heerpauken geschlagen werden sollten. Der Chalife aber untersagte ihm die Vollziehung dieser Verfügung, und

Dschelâl eddewleh stand mit Unwillen davon ab; der Chalife nahm jedoch in Berücksichtigung der Wohlfahrt des Reichs seinen Einspruch zurück und gestattete es, dafs an der Pforte des Palastes des Emirats täglich fünfmal die Heerpauken geschlagen wurden [89].

Im Jahre 419 (vom 30. Jan. 1028 bis zum 18. Jan. 1029) erregten die Türken einen gewaltigen Aufstand gegen Dschelâl eddewleh, verlangten von dem Ebu Ali Ibn Mâkulâ, dem Vesir desselben, Sold und Löhnung, plünderten den Palast des Vesirs und hielten den Dschelâl eddewleh in der Burg (dem Palaste) eingeschlossen, bis endlich der Chalife als Vermittler auftrat und Dschelâl eddewleh die Türken dadurch zur Ruhe brachte, dafs er seine Teppiche, Kleider und Zelte verkaufte und (das dadurch gewonnene Geld) ihnen gab.

In demselben Jahre erhob sich ein Streit zwischen den Türken und den Dilemiten zu Basrah, und da Melik Asis Ebu Mansur, Sohn des Dschelâl eddewleh, die Parthei der Türken nahm, so begaben sich die Dilemiten nach Obollah (bei Basrah), und die Feindschaft der beiden Partheien wider einander gewann eine längere Dauer. Ebu Kâlendschâr, der damals zu Ahvâs war, indem er eine solche Gelegenheit als Gewinn betrachtete, sandte ein Heer nach Basrah um diese Stadt einzunehmen, und dieses Heer, als es von dort nach Wâsit zog und in dieser Stadt ankam, plünderte eine Schaar von Truppen des Dschelâl eddewleh aus, welche es daselbst antraf. Da nun Dschelâl eddewleh nach Wâsit ziehen wollte, um jene Truppen des Ebu Kâlendschâr zu züchtigen, so gehorchten seine Soldaten ihm nicht, sondern forderten Sold; und weil es ihm an Geld fehlte, so begann er Erpressungen zu üben, wodurch die Einwohner von Bagdâd zum Hasse und Unwillen gereitzt wurden.

XVII.

Geschichte des Kavâm eddin Ebulfewâris Ibn Behâ eddewleh und Vollendung der Geschichte des Ebu Kâlendschâr und des Dschelâl eddewleh und deren Ende.

Der gröfsere Theil der Geschichte des Ebulfewâris ist bereits in den Berichten über dessen Brüder vorgetragen worden.

Im Jahre 419 (vom 30. Jan. 1028 bis zum 18. Jan. 1029) brachte Ebulfewâris ein beträchtliches Heer zusammen um nach Fârs zu ziehen; auf dem Wege aber erreichte ihn der Bote des Todes und er ging in die andere Welt über; worauf die Emire und Häupter von Kermân den Ebu Kâlendschâr aus Ahvâs beriefen, und dieser ohne Schwertstreich selbstständiger Gebieter von Fârs

und Kermân wurde [90]. In solcher Weise wurden die Unterthanen von der Grausamkeit des Ebulfewâris befreiet. Dieser Fürst pflegte, wenn er dem Trunke sich überliefs, seine Gesellschafter und Trinkgenossen mit Schlägen zu mifshandeln; einmal befahl er in der Trunkenheit seinem Vesir zweihundert Hiebe zu- 51 zutheilen und als er wieder zu Sinnen kam, so nahm er, indem er den Vesir freiliefs, demselben einen Eid ab, wodurch der Vesir sich verpflichtete, mit niemanden (von der erlittenen Mifshandlung) zu reden.

Nachdem Ebu Kâlendschâr zu dem Besitze der Herrschaft gelangt war, so sammelte er ein Heer und zog gegen Wâsit; und Dschelâl eddewleh kam ebenfalls mit einem beträchtlichen Heere aus Bagdâd heran. Zu dieser Zeit aber erhielt Ebu Kâlendschâr die Nachricht, dafs der Sultân Mahmud die Stadt Rai erobert habe [91] und die übrigen Provinzen von Irâk gleichfalls sich zu unterwerfen gedenke; worauf er einen Boten an Dschelâl eddewleh sandte, mit folgender Meldung: wenn auch früher unter uns ein Streit obwaltete, so ist es doch jetzt vonnöthen, dafs wir, da ein Fremder in das Reich eindringt, gemeinschaftlich den Feind aus dem ererbten Reiche verjagen." Dschelâl eddewleh gewährte jedoch diesem Vorschlage nicht seine Zustimmung, sondern zog mit seinem Heere nach Ahvâs, plünderte diese Provinz, und erbeutete sehr vieles Geld aus dem (dortigen) Palaste des Emirats. Gegen das Ende des Rebi el ewwel (des dritten Monats) des Jahrs 421 (vom 8. Jan. bis 27. Dec. 1030) trafen die beiden Heere auf einander und stritten drei Tage und Nächte wider einander, bis endlich Ebu Kâlendschâr flüchtig wurde, und da zwei Tausend Mann [1] seines Heers getödtet waren, im schlimmsten Zustande nach Ahvâs zurückkam. Dschelâl eddewleh dagegen begab sich nach diesem Siege nach Wâsit, bemächtigte sich dieser Gegend, und eilte dann nach Bagdâd.

Im Jahre 422 (vom 28. Dec. 1030 bis zum 17. Dec. 1031) starb (der Chalife) Kâdir billâh und hatte zum Nachfolger den Kâjim biemr illâh [92]. Die Türken erregten [im Jahre 423 vom 18. Dec. 1031 bis zum 5. Sept. 1032] aufs Neue einen Aufstand und plünderten den Palast des Vesirs des Dschelâl eddewleh [93]; und als Dschelâl eddewleh die Stadt Bagdâd verliefs und nach Okberâ sich begab, so verkündigte man zu Bagdâd das Kanzelgebet im Namen des Ebu Kâlendschâr und rief diesen Fürsten aus Ahvâs herbei. Da aber Adil Ibn Jâfeth dem Ebu Kâlendschâr es widerrieth nach Bagdâd sich zu begeben [94], und die Einwohner von Bagdâd daran verzweifelten, dafs Ebu Kâlendschâr zu ihnen kommen werde: so stellten sie das Kanzelgebet im Namen des Dschelâl eddewleh

---

(1) Nach der Handschrift E, welche das Zahlwort du ausläfst, (was S. 51 nach Anm. 5 unter den Varianten nachzutragen ist), nur Tausend Mann.

wieder her. Hierauf begaben sich einige der Türken zu dem letztern, baten ihn um Verzeihung und führten ihn wieder nach Bagdâd [95].

Im Jahre 426 (vom 15. Nov. 1034 bis zum 3. Nov. 1035) war sowohl das Chalifat als das Sultanat zu Bagdâd ohne alle Gewalt, die Aufrührer erhoben ihr Haupt, die Kurden und Araber drangen bis nach Bagdâd vor, raubend und plündernd, und weder der Chalife noch der oberste Emir (Pâdschâh) waren im Stande sie abzuwehren. Der Übermuth der Aufrührer ging selbst so weit, dafs sie am hellen Tage der Häuser sich bemächtigten und dieselben ausplünderten ([1]) [96].

52 Im Jahre 427 (vom 4. Nov. 1035 bis zum 23. Okt. 1036) empörten sich die Türken von Bagdâd wider den Dschelâl eddewleh, und versuchten ihn aus Bagdâd zu vertreiben, was einen Krieg veranlafste [97].

Im Jahre 428 (vom 24. Okt. 1036 bis zum 12. Okt. 1037), als der Feldhauptmann der Türken getödtet worden war, verringerte sich die Macht der Widersacher des Dschelâl eddewleh bedeutend. In demselben Jahre versöhnten sich Dschelâl eddewleh und Ebu Kâlendschâr und schwuren einander einen Eid, durch welchen sie sich verpflichteten, keine Feindseligkeit wider einander zu üben; worauf der Chalife Kâjim ein Ehrenkleid an Ebu Kâlendschâr sandte.

Im Jahre 429 (vom 13. Okt. 1037 bis zum 1. Okt. 1038) ertheilte man dem Dschelâl eddewleh den Ehrentitel Melik el molûk (d. i. König der Könige); er aber weigerte sich anfangs denselben anzunehmen, und verstand sich erst dann dazu, als die Fakih's durch einen Ausspruch (Fethwa) jenen Titel gebilligt hatten [98].

Im Jahre 430 (vom 2. Okt. 1038 bis zum 21. Sept. 1039) am 23sten Tage des letztern Kânun (23. Jan. 1039) fiel in Bagdâd soviel Schnee, dafs die Erde damit zwei Spannen hoch bedeckt war; und der Tigris war während sechs Tagen gefroren ([2]).

Im Jahre 432 (vom 10. Sept. 1040 bis zum 29. Aug. 1041) als wiederum Dschelâl eddewleh mit den Türken in Streit gerieth, so begab er sich von der östlichen Seite (der Stadt Bagdâd) nach der westlichen, sandte in die Provinzen und rief Truppen herbei; die Türken aber beraubten mit Gewalt und Ungestüm die Einwohner der Stadt ihres Geldes.

Im Jahre 434 (vom 20. Aug. 1042 bis zum 8. Aug. 1043) drang Ibrahim Inâl (Bruder des Togrulbek) Seldschuki in Irâk ein und eroberte Hamadân, und späterhin setzte Togrulbek in Rai sich fest [99].

([1]) Wörtlich: das Feuer des Raubes und der Plünderung anzündeten.

([2]) Vgl. *Abulfaragii (Bar Hebraei) Chronicon syriacum ed. Bruns. et Kirsch* p. 234, wo es blofs heifst: „im (Monate) Kânun," es fehlt also daselbst die nähere Beziehung dieses Monates, welche Mirchond hinzugefügt.

Im Monate Schabân (dem achten Monate) des Jahrs 435 (vom 9. Aug. 1043 bis zum 28. Jul. 1044) starb Dschelâl eddewleh Ebu Tâhir Ibn Behâ eddewleh Ibn Adhed eddewleh an einer Leberkrankheit; er war im Jahre 383 (vom 25. Febr. 993 bis zum 13. Febr. 994) geboren worden, und regierte zu Bagdâd sechszehn Jahre und eilf Monate [100]. Er wurde eben daselbst in seinem Palaste begraben. Wer sich mit dem Leben des Dschelâl eddewleh bekannt machen will, der wird aus der Schwäche und Feigheit dieses Fürsten und der Gewalt der Soldaten und Befehlshaber über ihn (auf der Einen) und der langen Dauer seiner Regierung (auf der andern Seite) mit Gewifsheit erkennen, dafs Glück und Unglück, ja vielmehr alle Dinge von dem Willen Gottes abhängen; denn „du (o Gott) verleihest das Reich wem du willst und nimmst das Reich wem du willst." Nach dem Tode des Dschelâl eddewleh begaben sich dessen Verwandte und Vertraute aus Furcht vor den Türken in den Palast des Chalifats, und der Chalife sandte einige Mannschaft aus, um deren Wohnungen gegen Raub und Plünderung zu schützen.

Zu dieser Zeit hielt Ebu Mansur, der älteste Sohn des Dschelâl eddewleh, zu Wâsit sich auf, wohin einige der Häupter von Bagdâd einen Boten sandten, um dem Ebu Mansur ihre Unterwürfigkeit zu bezeigen; andere aber von jenen Häuptern waren dem Ebu Kâlendschâr geneigt, und riefen diesen Fürsten. Mittlerweile hatte Melik Ebulasis Mansur bereits vor der Ankunft des Boten aus Bagdâd die Stadt Wâsit verlassen und auf die Reise nach Bagdâd sich begeben; als er aber nur noch zwei Rastplätze von der letztern Stadt entfernt war, so traten durch die Treulosigkeit der Soldaten seiner Herrschaft (seinem Emirat) 53 Hindernisse entgegen; und nachdem zwischen denen von Bagdâd und Ebu Kâlendschâr Gesandte und Briefe gewechselt worden waren, so wurde der letztere im Monat Ramadân (dem neunten Monate) des Jahrs 436 (vom 29. Jul. 1044 bis zum 17. Jul. 1045) [101] als Emir des arabischen Irâk anerkannt.

Im Jahre 437 (vom 18. Jul. 1045 bis zum 6. Jul. 1046) verpflichtete sich der Statthalter von Isfahân zur Zahlung des Tributs an Togrulbek.

Im Jahre 439 (vom 27. Jun. 1047 bis zum 14. Jun. 1048) wurde zwischen Ebu Kâlendschâr und dem Sultan Rukn eddin Togrulbek Friede geschlossen, worauf der letztere dem Ibrahim Inâl schrieb, er möge soviel er von den Ländern der Dilemiten bereits genommen habe, behalten, fernerhin aber, da ein Friede mit den Dilemiten geschlossen worden sei, keine Feindseligkeit üben. Hierauf nahm Togrulbek die Tochter des Ebu Kâlendschâr zur Gemahlin, und der Sohn des Ebu Kâlendschâr warb um die Tochter des Dâud Seldschuki, des Brudersohns von Togrulbek [103].

Im Jahre 440 (vom 15. Jun. 1048 bis zum 3. Jun. 1049) ging Ebu Kâlendschâr Mersbân Ibn Sultân eddewleh Ibn Behâ eddewleh in der Provinz Kermân

aus der irdischen Welt in die Wohnung der Ewigkeit über [104]; und die Ursache seines Todes war nach dem Rathschlusse Gottes folgende: Als er eines Tages auf die Jagd gegangen war, und gebratene Rehleber speifste, so fühlte er in seinem Schlunde einen Reiz, fiel hierauf in ein Fieber, und verliefs nach einigen Tagen diese unstäte Welt in einem Alter von etwas mehr als vierzig Jahren, nachdem er zu Bagdâd seit dem Tode des Dschelâl eddewleh vier Jahre drei Monate und zehn Tage regiert hatte. Nach dem Ableben des Ebu Kâlendschâr raubten die Türken, welche zur Zeit seines Todes im Lager sich befanden, die Schätze, Waffen und Lastthiere; und Ebu Mansûr Fulâd Suthûn (d. i. Stahlsäule) [105], der Sohn des Ebu Kâlendschâr, begab sich in das Zelt des Vesirs. Hierauf griffen die Türken auch die Wohnung des Vesirs an um gegen denselben Gewaltthätigkeiten zu üben; als aber die Dilemiten sich sammelten und festen Fufses den Türken widerstanden, so wurden diese verzagt und wichen zurück. Die Dilemiten verliefsen hierauf ebenfalls diesen Ort und begaben sich nach Schirâs, und Ebu Mansûr folgte seinem Vater in der Regierung von Fârs [106].

XVIII.

Regierung des Chusrew Firûs Ibn Ebu Kâlendschâr Mersbân Ibn Sultân eddewleh Ibn Behâ eddewleh.

Als die Nachricht von dem Tode des Ebu Kâlendschâr nach Bagdâd gelangte, so sammelte sein Sohn Chusrew Firûs die Emire, damit sie ihm huldigen und schwören möchten. Auch nahm er den Ehrentitel Melik rahim (d. i. der gnädige König) an. Hierauf sandte er seinen Bruder Ebu Said mit einem Heere nach Schirâs, um diese Provinz dem Ebu Mansûr Fûlâd Suthûn, welcher ebenfalls sein Bruder war, zu entreifsen. Ebu Said zog in Folge dieses Befehls nach Fârs und eroberte Schirâs [107].

54

In demselben Jahre kam Melik rahim nach Chusisthân, und trat von dort die Reise nach Schirâs an. Als er aber in die Nähe dieser Stadt kam, so wandten sich die Türken zu Schirâs und einige Dilemiten zu der Parthei seines Bruders Fûlâd Suthûn, welcher damals in der Burg von Istachar sich befand; was den Melik rahim mit Besorgnifs erfüllte und bewog mit den Truppen von Bagdâd nach Ahvâs zurückzukehren. Hierauf sammelte sich unter dem Paniere des Fûlâd Suthûn ein zahlreiches Heer und eroberte Schirâs [108], und als dasselbe gegen Ahvâs anzog, so begab sich Melik rahim nach Râmhurmus. Hierauf eilte Fûlâd Suthûn seinem Bruder nach, und im Salzthale (Wâdi Nemek) trafen die beiden Heere auf einander. Da am Tage der Schlacht einige Soldaten des Melik

rahim zu Verräthern wurden, und zum Ebu Mansûr übergingen: so floh Melik rahim mit dem Reste seines Heers und seinen Brüdern Ebu Tâhir und Ebu Said, und begab sich, ohne an irgend einem Orte zu verweilen, nach Wâsit. Nach diesem Kampfe fanden noch mehrere Gefechte zwischen Melik rahim und dessen Bruder Ebu Mansûr Statt, in welchen Melik rahim bald siegte, bald besiegt wurde.

Im Jahre 447 (vom 1. April 1055 bis zum 19. März 1056) zog Melik rahim mit einem Heere nach Schirâs; und als zu dieser Zeit sein Bruder Mansûr, welcher mit Hülfe des Togrulbek Seldschuki Schirâs eingenommen und daselbst das Kanzelgebet im Namen des Togrulbek angeordnet hatte [109], von dem Anzuge des Melik rahim benachrichtigt wurde, so verliefs er die Stadt Schirâs und eilte nach Firusabâd, worauf Melik rahim der Herrschaft von Fârs sich bemächtigte, und dann nach Wâsit zurückkehrte.

Mitten unter diesen Ereignissen kam zwischen dem Chalifen Kâjim und Togrulbek durch gewechselte Gesandte und Briefe ein Freundschaftbündnifs zu Stande, und der Chalife gebot im Kanzelgebete den Namen des Togrulbek vor dem Namen des Melik rahim zu nennen.

Bald hernach liefs Togrulbek dem Chalifen, indem er ihm Geschenke übersandte, durch einen Botschafter folgendes vortragen: „ich wünsche nach dem Hause Gottes (zu Mekkah) zu pilgern und meinen Weg über Bagdâd zu nehmen; jedoch in solcher Weise, dafs dadurch keinem der Unterthanen irgend Abbruch geschehe" ([1]). Als der Chalife seine Zustimmung gegeben hatte, so begab sich Togrulbek auf die Reise nach Bagdâd; und Melik rahim, als er die bevorstehende Ankunft des Togrulbek erfahren hatte, kam, bevor sie erfolgte, nach Bagdâd. Togrulbek, als er in der Gegend von Bagdâd anlangte, sandte einige seiner Grofsen nach dem Palaste des Chalifen mit der Meldung: „da meine Absicht ist, dem Hofe des Chalifats meine Ehrerbietung zu beweisen, so darf sich niemand beunruhigen ([2]); denn ich hege wider niemanden Feindschaft und Hafs." Am 25sten Ramadân (17. Dec. 1056) kam Togrulbek nach Bagdâd, indem der oberste Rais, welcher damals des höchsten Ansehens im Reiche von Bagdâd genofs, ihm entgegen ging; und Togrulbek empfing ihn mit Achtung und Höflichkeit ([3]). Am ersten Tage unterhielten zwar die Turkmanen mit den Marktleuten einen anständigen Handel und Verkehr; am andern Tage aber fragte ein Turkmane mit Ungestüm und Hastigkeit einen Einwohner von Bagdâd nach irgend

([1]) Wörtlich: „um ein Man (Name eines Gewichts) Stroh Abbruch geschehe."

([2]) Wörtlich: „so ist niemanden vonnöthen, sich von seinem Platze zu bewegen."

([3]) Wörtlich: „er machte ihm ehrenvolle Fragen," ohne Zweifel ein Ausdruck der Höflichkeit.

einem Orte ([1]), und da der letztere die türkische Sprache nicht verstand, so gedieh die Sache dahin, dafs er um Hülfe rief und eine Menge des Pöbels der Stadt zusammen lief und jenen Türken heftig durchprügelte; worauf die übrigen Einwohner, da sie mit der Anwesenheit des Togrulbek unzufrieden waren, in der Meinung, dafs die Turkmanen und die Truppen des Melik rahim im Kampfe wider einander begriffen wären, wo sie einen Turkmanen antrafen, ihn gefangen nahmen. Hätte Melik rahim an diesem Tage seinen Soldaten die Erlaubnifs zum Kampfe gegeben, so würden sie keine Spur von den Turkmanen übrig gelassen haben. Weil aber der Chalife in jeder Weise dem Togrulbek Ehre und Freundschaft erwies, so begab sich Melik rahim in den Palast des Chalifen und bezeugte seine und seiner Diener Schuldlosigkeit in Beziehung auf diesen Aufstand. Das ganze Volk von Bagdâd nahm Antheil an dem Kampfe wider die Truppen des Togrulbek mit Ausnahme der Bewohner von Kerch (einem Stadttheile von Bagdâd), und da der Aufstand sehr heftig war, so wurden von beiden Seiten sehr viele Leute getödtet. Endlich ergriffen die Einwohner von Bagdâd die Flucht, und die Turkmanen fingen an zu rauben und zu plündern. Sowohl Togrulbek als die Häupter seines Hofes waren der Meinung, dafs Melik rahim diesen Aufstand angestiftet hätte. Die Turkmanen, nachdem sie viele Einwohner von Bagdâd gefangen genommen hatten, plünderten auch die Ortschaften aufserhalb der Stadt, nahmen Derb (d. i. die Strafse) Hebak und Derb Selim ein, und kamen zu den Häusern des obersten Rajis, welche sie gänzlich zerstörten, indem sie jeden tödteten, welcher es versuchte, ihnen sich zu widersetzen. Sie drangen selbst in die Gräber der Chalifen ein und raubten unzählbare Schätze; es hatten aber viele Menschen in der Meinung, dafs die Turkmanen aus Ehrfurcht vor den (abgeschiedenen) Geistern der Chalifen an diesem Orte keine Gewaltthätigkeit sich erlauben würden, dahin sich geflüchtet. Als die übrigen Bewohner von Bagdâd von Furcht und Zittern ergriffen waren, so sandte Togrulbek Abgeordnete an den Chalifen mit der Meldung: ,,wenn Melik rahim bei uns sich einfindet, so wollen wir daran erkennen, dafs er an diesem Aufstande keinen Theil habe; so er aber nicht kömmt, so kann niemand daran zweifeln, dafs von ihm dieser Gräuel angestiftet worden." Zugleich übersandte er mit diesen Abgeordneten einen Sicherheitsbrief an Melik rahim und dessen Freunde, und der Chalife

---

([1]) d. i. Der Türke fragte den Einwohner von Bagdâd nach dem Wege, der nach dem Orte, welchen er suchte, führte; ich bin aber nicht sicher, ob ich die Worte gâhi (bei Heider gâh) mitelbid richtig übersetzt habe, da das Wort gâh im persischen mehrere Bedeutungen vereinigt. Da in den Handschriften das Wort gâh ohne diakritische Punkte des Buchstabens Kâf geschrieben ist, so könnte man es auch Kâhi aussprechen, und dann würden die obigen Worte bedeuten: ,,er forderte Stroh (oder Heu)."

Kâjim gab einige Personen dem Melik rahim, als derselbe zu Togrulbek sich begab, zur Begleitung, und bezeugte, dafs Melik rahim und dessen Befehlshaber schuldlos wären. Als aber Melik rahim und dessen Begleiter im Lager des Togrulbek ankamen, so plünderten die Turkmanen zuerst die Abgeordneten des 56 Chalifen aus und nahmen dann den Melik rahim und dessen Gefolge gefangen und kerkerten sie auf den Befehl des Togrulbek ein. Hierauf sandte der Chalife einen Abgeordneten an den Sultan, um demselben sein Mifsfallen über ein solches Verfahren auszudrücken, indem er ihm melden liefs: „Diese Leute begaben sich auf mein Wort zu dir, weil ich deinen Verheifsungen traute; jetzt, so du sie entlassen wirst, nun gut! wo nicht, so werde ich Bagdâd dir preisgeben und mich entfernen, da du im Anfange den Palast des Chalifats in Ehren hieltest, jetzt aber das Gegentheil davon zu Tage kömmt." Darauf antwortete Togrulbek: „wir hegen zwar noch immer gegen den Chalifen selbst dasselbe Vertrauen wie zuvor, die Türkische Truppe aber hat in dieser Zeit nur gethan, was sich von ihrer Sinnesart erwarten liefs; und diese Leute werden, so lange sie nicht gezüchtigt worden sind, nimmer sich bessern." Dann bemächtigte sich Togrulbek alles dessen was den zu Bagdâd befindlichen Truppen, so wie den dortigen Türken gehörte, zog deren Lehen ein, raubte dem Melik rahim und dessen Dienern vieles Geld und liefs den Melik rahim in eine Burg einsperren. Die Turkmanen dagegen zerstreuten sich in der Umgegend von Bagdâd und brachten eine so beträchtliche Beute zusammen, dafs sie zu Bagdâd eine Kuh für fünf Kirât und einen Esel für drei Kirât verkauften. Der ganze Bezirk von Bagdâd und was dazu gehörte wurde verwüstet mit Ausnahme des Stadttheils Kerch, dessen Bewohner, weil sie an der Mifshandlung der Turkmanen keinen Theil genommen hatten, durch Begünstigungen ausgezeichnet wurden [110].

XIX.

Regierung des Ebu Mansur Fûlâd Suthun, mit welchem die Herrschaft der Dilemiten ein Ende nahm.

Nach der Gefangennehmung des Melik rahim geriethen Ebu Mansur und Ebu Said, Söhne des Iss elmoluk Ebu Kâlendschâr Mersbân Ibn Sultân eddewleh Ibn Behâ eddewleh Ibn Adhed eddewleh, mit einander in Streit, und führten so lange wider einander Krieg, bis zuletzt Ebu Said hinterlistiger Weise getödtet wurde, und Ebu Mansur sich in dem Besitze der Herrschaft über Fârs befestigte. Ebu Mansur wurde hierauf von seiner Mutter vermocht, den Sâhib Adil, welcher Vesir seines Vaters gewesen war, hinrichten zu lassen. Dann empörte sich Fesl

Ibn Hassan, der Oberfeldherr des Mansur, bei den Geschichtschreibern unter dem Namen Feslujeh bekannt, gegen den Ebu Mansur, bemächtigte sich desselben [111] und hielt ihn bis zu seinem Tode in einer Burg gefangen.

Im Jahre 448 (vom 20. März 1056 bis zum 8. März 1057) hatte sich Feslujeh zwar der Herrschaft über Fârs bemächtigt; als aber Melik Kâdir Seldschuki aus Kermân gegen die Provinz Fârs im Anzuge war, so floh Feslujeh und begab sich in den Dienst des Alb Arslân, von dessen Divân er die Provinz Fârs als Lehen empfing, worauf er in dieselbe zurückkehrte. Nachdem er aber die Regierung dieser Provinz übernommen hatte, so empörte er sich, und Châdschah Nissâm elmulk erhielt den Befehl, mit einem Heere den Feslujeh zu züchtigen. Nissâm elmulk brachte, nachdem er einen Kampf wider ihn unternommen hatte, den Feslujeh in seine Gewalt und sandte ihn nach der Burg Istachar, wo derselbe bis zu seinem Tode in der Gefangenschaft blieb.

XX.

Meldung über Ebu Ali Keichusrew Ibn Iss elmoluk Ebu Kâlendschâr.

Ebu Ali begab sich in den Dienst des Alb Arslân, welcher ihm (die Stadt) Newbendedschân (in Fârs) zu Lehen gab. So oft er zu dem Sultan kam, wurde er von demselben mit Ehren empfangen und erhielt seinen Platz zunächst dem Sultan; auch das ganze Geschlecht der Seldschuken bewies ihm Achtung. Er lebte nach dem Untergange seiner Brüder noch beinahe vierzig Jahre und starb erst im Jahre 487 (vom 20. Jan. 1094 bis zum 9. Jan. 1095). Nach seinem Tode blieb von dem Geschlechte der Dilemiten nichts übrig als der Name.

Und solche Tage — mögen wir andre als solche erleben unter den Menschen, und mögen von ihnen nur die (späten) Zeitalter vernehmen. Der preiswürdige und erhabene Schöpfer möge von der erhabenen Würde der Zuflucht des Reichs, des Beschützers des Glaubens, des Herrschers, des Horts der Hoffnung, des erlauchten, Seiner Hoheit des Sultans Moassis dewleth Châkâni [112], bis zur Gränze der äufsersten Zeit die Hand des Wechsels der Zeiten fern halten, ihn zum Ziele der Bestrebungen und Wünsche für diese und die zukünftige Welt gelangen lassen, und in der erstern durch glorreichen Namen und in der andern durch einen grofsen herrlichen Lohn erhöhen und beglücken, so wie auch seinem Geschlechte und seinen Nachkommen hohe Ehre und Schutz verleihen!

III. Historische Anmerkungen.

[1] Sâbi d. h. der Sabäer. Über diesen Beinamen giebt Ibn Challikân in der Lebensbeschreibung des erwähnten Geschichtschreibers (der vierzehnten Biographie im Buchstaben Elif des bekannten Werks) folgende Nachricht:

والصابئ بهمزة آخره قد اختلفوا في هذه النسبة فقيل الى صابى بن متوشلخ بن ادريس عليه السلام وكان على الحنيفية وقيل الى صابى بن هارى (مارى) وكان فى عصر الخليل عليه السلام وقيل الصابى عند العرب من خرج عن دين قومه ولذلك كانت قريش تسمى رسول الله صلى الله عليه وسلم صابيا لخروجه عن دين قومه والله سبحانه تعالى اعلم

d. h. Über die Ableitung des Wortes Sâbi mit Hamsah am Ende giebt es verschiedene Meinungen, indem einige dasselbe ableiten von Sâbi Ibn Methuschalech Ibn Edris, der dem rechten Glauben anhing, andere von Sâbi Ibn Hari (Mari), einem Zeitgenossen Abrahams. Die Araber nennen Sâbi einen solchen, welcher der Religion seines Volkes untreu wird, und die Koreischiten nannten den göttlichen Propheten deswegen einen Sâbi, weil er die Religion seines Volkes verlassen hatte. Der gepriesene und erhabene Gott weifs es besser." Herbelot (*v. Sabi*) erwähnt zwar dieser Bemerkung des Ibn Challikân, theilt aber ihren Inhalt sehr abweichend von dem obigen Texte mit. Ibn Challikân, indem er den Sâbi (dessen Namen folgende waren: Ebu Ishak Ibrahim Ibn Hilâl Ibn Ibrahim Ibn Sehrun Ibn Hebbun aus Harrân es-Sâbi) als einen durch Gelehrsamkeit und Beredsamkeit höchst ausgezeichneten Mann und als die Zierde des arabischen Irâk schildert und berichtet, dafs er nach einander Geheimschreiber (Kâthib el-enschai) des Chalifen und der beiden Bujiden Moiss eddewleh und Iss eddewleh Bechthiâr gewesen sei, erzählt in Übereinstimmung mit Ebulfedâ (*Ann. mosl.* T. II, p. 584), dafs Sâbi, nachdem er im Jahre 349 (Chr. 960) bei dem Divân der Sendschreiben (*erresajil*, vgl. Hammer Länderverwaltung des Chalifats S. 144 folg.) angestellt worden war, den Bujiden Adhed eddewleh durch Sendschreiben, welche Schmähungen wider denselben enthielten, beleidigte, und Adhed eddewleh deshalb, als er nach der Hinrichtung des Iss eddewleh Bechthiâr (im J. 367) sich in den Besitz von Bagdâd setzte, beschlossen hatte, wider den Verfasser jener beleidigenden Sendschreiben eine grausame Rache zu üben und ihn von Elephanten zertreten zu lassen. Die Vollstreckung dieser Strafe wurde zwar durch eingelegte Fürbitte abgewandt, Sâbi wurde aber dagegen bis zum Jahre 371 zu Bagdâd in strenger Haft gehalten. In diesem zuletzt genannten Jahre setzte ihn Adhed eddewleh in Freiheit und übertrug ihm die Abfassung einer Chronik des Dilemitischen Geschlechts, welche auch unter dem Titel *Kithâb eththâdschi* zu Stande kam. Diesen Namen gab Sâbi seiner

Chronik deshalb, weil sie dem Adhed eddewleh gewidmet war, dem, wie Heider in seiner Chronik berichtet, der Chalife Taji im J. 368 den Titel Thâdsch eddewleh d. i. Krone des Reichs verliehen hatte. Wenn die Antwort, welche nach der Erzählung des Ebulfedâ und Ibn Challikân ein Freund, der den Sâbi schreibend fand, auf die Frage, was er schriebe, erhielt: „Possen und Lügen," ernsthaft gemeint war, so dürfen wir den Sâbi nicht für einen wahrheitliebenden Geschichtschreiber halten. Ibn Challikân bemerkt noch in Beziehung auf die Religion des Sâbi, dafs Iss eddewleh Bechthiâr zwar vergeblich es versucht hatte, seinen Staatsschreiber zum Islâm zu bekehren, dafs Sâbi aber gleichwohl die Fasten des Monats Ramadân mit den Moslims beobachtete, den Korân auswendig wufste und Stellen desselben in den von ihm abgefafsten Sendschreiben häufig anführte. Sâbi starb im Schewwâl des J. 384 (Dec. 995), nach Ibn Challikân im 71sten Jahre, nach Ebulfedâ im 91sten Jahre seines Alters. Vgl. *Abulfaragii Hist. Dynast.* p. 330.

[2] Ebu Ali Meskujeh war Schatzmeister (Châsin) des Adhed eddewleh. Vgl. Herbelot *Biblioth. or. v. Mascoujeh.* Hr. von Frähn in seiner lehrreichen *Notice chronologique d'une centaine d'ouvrages pour la plupart historiques et géographiques, St. Petersbourg* 1834. 4. p. 21. spricht den Namen aus: *Ibn Miskéweïh,* was (wie *Sibeweih* und ähnliche Namen) die arabische Aussprache dieses Namens ist.

[3] Ebu Nesr Ali Ibn el Vesir Ebulkasm Hebbeth Allah Ibn Mâkulâ, Verfasser des Werks *Kithâb elikmâl* (Buch der Vollkommenheit) war im J. 420 (Chr. 1029) geboren und wurde im Jahre 473 (Chr. 1080. 1081) in Kermân von seinen türkischen Sclaven ermordet. *Abulfed. Ann. mosl.* T. III. p. 248.

[4] Vgl. *Abulfedae Ann. Mosl.* T. II, p. 372. *Elmacinus* p. 207. *Abulfaragii Historia Dynastiarum* p. 297. Nach Ibn Challikân (in der Lebensbeschreibung des Imâd eddewleh Ali) war Ebu Schedschâ ein Fischer, welcher nur allein vom Fischfange sich ernährte, womit auch Elmacin übereinstimmt. Der Name بويه soll nach Ibn Challikân (in der Lebensbeschreibung des Ebulhassan Ahmed Moiss eddewleh) ausgesprochen werden بُوَيْه, was ohne Zweifel nur die arabisirende Aussprache des fremden Namens ist.

[5] Diese Erzählung des Schehrjâr wird noch etwas vollständiger von Ibn Challikân (in der Lebensbeschreibung des Moiss eddewleh) mitgetheilt. Auch Abulfaradsch (*Hist. Dynast.* p. 297, 298) erwähnt des von Mirchond erzählten Traums und der Auslegung desselben, jedoch mit einiger Abweichung in Nebenumständen, und Herbelot (*bibliothèque or. v. Boujeh*) hat sie ebenfalls mitgetheilt.

[6] Des Übertritts der Bujiden aus dem Dienste des Makân in den Dienst des Merdâwidsch erwähnt ohne chronologische Bestimmung Ebulfedâ beim J. 321 d. H. *Ann. Mosl.* T. II, p. 374. Sie waren nehmlich dem Makân, als dieser seiner Herrschaft in Tabaristhân durch Merdâwidsch beraubt wurde, nach Damegân (an der östlichen Gränze von Tabaristhân), und als er

auch dort sich nicht zu behaupten vermochte, nach Nisâbur gefolgt. Dort aber verliefsen sie ihn mit seiner Zustimmung, weil sie fürchteten, dafs ihre und ihrer Horde Unterhaltung ihm beschwerlich sein möchte, versprachen jedoch wieder zu ihm zurückzukehren, sobald seine Umstände sich verbessert haben würden. Sie begaben sich hierauf zu Merdâwidsch; Makân setzte sich, wie Ebulfedâ (a. a. O. p. 415) berichtet, später in den Besitz von Dschordschân, wurde aber im J. 329 (Chr. 940. 941) durch Ebu Ali, einen Feldherrn der Samaniden, aus diesem Lande vertrieben, begab sich dann wieder nach Tabaristhân, und wurde, als er dem zu Rai herrschenden Veschmgir, dem Bruder des Merdâwidsch, wider denselben Ebu Ali Beistand leistete, in einem Gefechte getödtet.

[7] Obgleich die von mir benutzten drei Handschriften des Mirchond an dieser Stelle den Namen des Makân geben, so ist doch ohne Zweifel dafür der Name des Asfâr zu setzen, wie aus der Erzählung des Elmacin (S. 191) und aus der Meldung des Herbelot (*bibliothèque or. v. Boujeh*), dafs Asfâr im J. 315 (Chr. 927) von einem Karmaten getödtet worden sei, sich ergiebt. (Über den Tod des Makân s. die vorhergehende Anmerkung). Nach dieser Meldung würde der Übertritt der Bujiden in den Dienst des Merdâwidsch in das Jahr d. H. 314 zu setzen sein.

[8] Herbelot sagt a. a. O.: *où l'on dist qu'il fist un si grand carnage des habitans, qu'on chargea deux mulets des caleçons de soie de ceux qui furent tués.* Vgl. über diese Begebenheiten Elmacin a. a. O.

[9] Der Ort, welchen Mirchond (nach unsern Handschriften) so wie auch Heider in seiner Chronik und Herbelot (a. a. O.) *Kerch* nennen, heifst bei Abulfaradsch (*Hist. Dynast.* p. 298) und Ebulfedâ (T. II, p. 366) Kerdsch (كرج), bei Elmacin (p. 192) *Merdsch*, wofür ohne Zweifel Kerdsch zu verbessern ist. Reiske (*Annotat. hist. ad Abulfed.* T. II, p. 754) hält Kerdsch für eine Stadt im Berglande (Irâk Adschm); uns scheint jedoch die Leseart *Kerch* die richtigere zu sein; jedoch wird nicht dadurch die bekannte Vorstadt von Bagdâd, wie Herbelot meint, sondern, da wir im folgenden die Bujiden in Luristhân finden, das an der nördlichen Gränze von Chusisthân gelegene Land Kercheh (*Abulfedae Tabula Chusisthani* in *Abulfedae Tabulae quaedam geographicae ed. Wüstenfeld, Gotting.* 1835. 8. p. 21 und in Büschings Magazin für die neue Historie und Geographie Th. IV, S. 265) am Flusse gleiches Namens, der Luristhân durchfliefst, bezeichnet. Auch setzt in der folgenden Erzählung die Chronik des Heider für das Luristhân des Mirchond wieder den Namen Kerch.

[10] Übereinstimmend mit Mirchond werden diese Begebenheiten erzählt in der Chronik des Heider und Herbelot's *Bibliothèque orientale*; auch die Erzählung des Elmacin (p. 191), welcher die Eroberung von Isfahân durch Merdâwidsch in das Jahr 319 (Chr. 937) setzt, ist nur in Nebenumständen abweichend. Dagegen nach Ebulfedâ (beim J. 321 *Ann. mosl.* T. II, p. 376) besiegt Imâd eddewleh den Ebu Bekr, den Sohn des Jakuth, und erobert nach diesem Siege Isfahân, wo dann der Bujide von Merdâwidsch abgefallen sein soll. Ohne Zweifel

vermischt Ebulfedâ die Eroberung von Isfahân durch Merdâwidsch mit der spätern Besetzung dieser Stadt durch die Bujiden. Er erwähnt übrigens zweier Eroberungen von Isfahân durch Merdâwidsch bei den Jahren 316 (*Ann. mosl.* T. II, p. 352) und 319 (*ibid.* p. 364), so dafs die Stadt das erste Mal nur kurze Zeit behauptet wurde; und die von Ebulfedâ erzählte Wiedereroberung im J. 319 scheint keine andere zu sein, als diejenige, welche er bei dem Jahre 321 dem Imâd eddewleh zuschreibt. Da die persischen Geschichtschreiber nichts genaueres über den Abfall des Imâd eddewleh und seiner Brüder berichten, so können wir uns nur an die Erzählung des Elmacin (p. 192) halten, und durch dieselbe den Bericht des Mirchond vervollständigen. Nach Elmacin leisteten die Bujiden in Kerch anfangs dem Merdâwidsch treue Dienste; als sie sich aber stark genug fühlten, um etwas unternehmen zu können (nehmlich nach dem von Mirchond in Übereinstimmung mit Heider und Herbelot erzählten Siege über den Statthalter Jâkuth), so fielen sie von ihrem bisherigen Herrn ab; Imâd eddewleh eroberte mit einem zahlreichen Heere Isfahân, und als er dort gegen Veschmgir, welcher von Merdâwidsch mit Truppen ausgesandt worden war, um ihn aus Irâk zu vertreiben, sich nicht behaupten konnte, so verliefs er Isfahân, zog nach Ardschân, und bemächtigte sich sowohl dieser Stadt als der ganzen Provinz Fârs. Alle diese Ereignisse sind in die Jahre 320 bis 322 zu setzen, wie aus Ebulfedâ (a. a. O.) hervorgeht, nach welchem Ardschân am Ende des Jahrs 320, Newbendedschân im Rebi el achir 321 und Schirâs (*Ann. mosl.* T. II, p. 380) im Jahre 322 von Imâd eddewleh erobert wurden. Isfahân dagegen blieb im Besitze des Merdâwidsch, welcher daselbst im J. 323 getödtet wurde. Die dauernde Eroberung von Isfahân brachte Imâd eddewleh erst nach dem Tode des Merdâwidsch, jedoch noch im J. 323 zu Stande (*Abulfed. Ann. mosl.* T. II, p. 394); und was Ebulfedâ an dieser Stelle von einem fernern Kampfe des Imâd eddewleh gegen Veschmgir wegen des Besitzes von Isfahân und andern Städten andeutet, bezieht sich auf die von Mirchond in der Geschichte der Samaniden (p. 66-72) erzählten Begebenheiten.

[11] Dasselbe wird von Ibn Challikân in der Lebensbeschreibung des Imâd eddewleh nach der Chronik des Ebu Mohammed Harun Ibn Elabbâs Elmâmuni berichtet. Das Ganze der Schätze, welche in der erzählten Weise entdeckt wurden, betrug nach Ibn Challikân 500,000 Dinare.

[12] Nach Ibn Challikân erschien, als Imâd eddewleh einen geschickten Schneider begehrte, der ehemalige gewöhnliche Schneider (Hofschneider) des Jâkuth, welcher taub war, und dieser in der Meinung nur deshalb gerufen zu sein, weil es zur Anzeige gekommen, dafs er anvertraute Güter des Jâkuth verwahrte, versicherte sogleich, als ihn Imâd eddewleh anredete, mit einem Schwure, dafs nicht mehr als zwölf Koffer, von deren Inhalte ihm nichts bekannt wäre, bei ihm sich fänden. In ähnlicher Weise erzählt auch Heider nach der Chronik des Ibn elathir diesen Vorfall, indem er bemerkt, dafs der taube Schneider, als Imâd eddewleh ihn mit den Worten: ای روستای خیاط این قماشهارا ببر وجامهارا بدوز (Schneider Rusthä, nimm diese Gewänder und nähe Kleider) angeredet hatte, mit dem Geständnisse unerwartet hervor-

kam. Das Wort روستاى (روستائى ein Bauer oder Dorfbewohner) scheint hier ein *nomen proprium* zu sein.

[13] Nehmlich zu Isfahân. S. *Abulfed. Ann. mosl.* T. II, p. 388. 390. *Elmacin* p. 202. 203.

[14] Nach Ebulfedâ (a. a. O. p. 394) entrifs Imâd eddewleh selbst im Jahre 323 dem Veschmgir, dem Bruder und Nachfolger des Merdâwidsch, die Städte Isfahân, Hamadân, Kom, Kerch, Rai und andere (vgl. Anm. 10). Ebulfedâ eignet diese Eroberung dem Imâd eddewleh selbst zu, weil Rukn eddewleh (welcher als Sâhib d. i. Herr von Isfahân, Hamadân und dem ganzen Irâk Adschm von Ibn Challikân bezeichnet wird) dieselbe im Auftrage seines ältern Bruders vollbrachte. Nach der Chronik des Heider befand sich Rukn eddewleh noch im J. 323, in welchem er die erwähnten Eroberungen vollbrachte, zu Isfahân in einem Gefängnisse, und verschaffte sich erst nach dem Tode des Merdâwidsch die Freiheit durch die Bestechung seiner Wärter, verliefs dann sogleich Isfahân um sich zu seinem ältern Bruder zu begeben, und traf auf dem Wege in der Wüste einige von seinen Leuten, welche mit Oliven beladene Kameele nach Isfahân führten. Er befahl ihnen, die Kameele zu entladen und selbst zu besteigen, und sie begleiteten ihn in dieser Weise nach Schirâs. Dafs die Stadt Rai im J. 332 (Chr. 943. 944) im Besitze des Rukn eddewleh war, und von ihm wider einen Angriff der Samaniden behauptet wurde, berichtet Mirchond *Hist. Samanid.* p. 52. 54.

[15] Imâd eddewleh starb an einem Geschwüre der Nieren im Dschumâdi elachireh 338 (Dec. 949). *Abulfed. Ann. mosl.* T. II, p. 454. *Abulfaragii Histor. Dynast.* p. 311. *Mirchondi Historia Samanidarum* p. 64.

[16] Da Adhed eddewleh im Jahre 324 zu Isfahân geboren war (*Abulfed. Ann. mosl.* T. II, p. 400), so war er zu der Zeit, in welcher sein Oheim starb, nicht älter als vierzehn Jahre, und Rukn eddewleh sah sich durch die Unordnungen in den persischen Truppen, welche durch die Jugend des Adhed eddewleh veranlafst wurden, genöthigt, von Rai, seinem damaligen Sitze, nach Schirâs zu kommen und seinem Sohne beizustehen. Vgl. *Silvestre de Sacy Mémoires sur diverses antiquités de la Perse* (*Paris* 1793. 4.) p. 145. 146.

[17] Über die damaligen Versuche der Samaniden dem Rukn eddewleh die Stadt Rai zu entreifsen s. *Mirchondi Histor. Samanidarum* p. 64 u. folg.

[18] *Mirchondi Historia Samanid.* p. 66 - 72. Durch die daselbst erzählten Ereignisse, insbesondere durch den Verlust von Isfahân und die Wiedereroberung dieser Stadt im Jahre 344 erhalten die von Silvestre de Sacy (a. a. O. S. 139 folg.) behandelten arabischen Inschriften von Tschehilminâr ihre vollständige Erklärung; und es geht aus diesen Inschriften hervor, dafs Adhed eddewleh seinem Vater Rukn eddewleh zur Wiedereroberung von Isfahân behülflich war. Auf der damaligen Rückkehr von Isfahân liefs sich Adhed eddewleh, wie jene Inschriften behaupten, die alten Inschriften von Persepolis vorlesen. Überhaupt mufs die Geschichte des Rukn eddewleh durch die in Mirchond's Geschichte der Samaniden enthaltenen Nachrichten über die Schicksale jenes Emirs vervollständigt werden.

[19] Den Tod des Veschmgir erzählen in derselben Weise Ebulfedâ (*Ann. mosl.* T. II, p. 488), welcher über das Jahr, in welchem Veschmgir starb, im Zweifel ist, und das Buch des Kabus (übersetzt von H. F. von Diez) S. 496. Vgl. Geschichte der Dilemiten ebendaselbst S. 90.

[20] Alle diese Todesfälle mit Ausnahme des Todes des Hassan Ibn Firusân und des byzantinischen Kaisers werden von Ebulfedâ zum Jahre 356 (T. II, p. 486 u. folg.) erzählt. Der Kaiser Nicephorus wurde bekanntlich erst im December 969 ermordet. (*Leonis Diaconi historia ed. Bonn.* p. 85 u. folg.).

[21] Über Bisthun s. Diez Geschichte der Dilemiten vor dem Buche des Kabus S. 91. 92.

[22] Dasselbe Lob ertheilt ihm auch Ibn Challikân, welcher bemerkt, daſs Rukn eddewleh nach der Angabe des Ebu Ishak Sâbi um das Jahr 284 (Chr. 897) war geboren worden. In Übereinstimmung mit Ebulfedâ (*Ann. mosl.* T. II, p. 526) giebt Ibn Challikân die Dauer der Regierung jenes Fürsten zu 44 Jahren, einem Monate und neun Tagen an. Nach dieser Angabe erreichte Rukn eddewleh keinesweges ein Alter von 90 Jahren, wie Herbelot (*v. Rocneddoulat*) sagt, oder von mehr als achtzig Jahren nach dem Lubb eththewârich (Büschings Magazin Th. XVII, S. 72), sondern er wurde nur 62 Jahre alt. Die Verschiedenheit in der Angabe der Regierungsjahre scheint auf einer abweichenden Berechnung zu beruhen, indem der Anfang der Regierung des Rukn eddewleh von Mirchond und Heider in das Jahr 323, in welchem Rukn eddewleh seine ersten Eroberungen machte, von Ebulfedâ und Ibn Challikân aber, in das Jahr 332, in welchem von ihm Rai erobert wurde (vgl. *Mirchondi Hist. Samanid.* p. 52), gesetzt wird. Über die Ländertheilung des Rukn eddewleh sind die von Silv. de Sacy a. a. O. S. 145 in der Anmerkung mitgetheilten Nachrichten zu vergleichen. Nach dem daselbst angeführten Nisâm etthewârich hatte Rukn eddewleh noch einen jüngern Sohn Ebulabbâs, welchen er in der Theilung nicht berücksichtigte und dem Adhed eddewleh übergab. Wahrscheinlich ist dieser Ebulabbâs derselbe Sohn des Rukn eddewleh, welchen Mirchond (Kap. VII, S. 31) Chusrew Firûs nennt. Über die Mutter der drei ältern Söhne des Rukn eddewleh s. Lubb eththewârich a. a. O. Unrichtig scheint es zu sein, wenn in dem Nisâm etthewârich gesagt wird, Rukn eddewleh sei nach der Anordnung jener Theilung von Isfahân nach Rai zurückgekehrt und in der letztern Stadt gestorben.

[23] Ebulhossein Ahmed Moiss eddewleh trug nach Ibn Challikân den Beinamen *elakta* الاقطع (d. i. der Verstümmelte), weil er die linke Hand und einige Finger der rechten Hand bei folgender Veranlassung verloren hatte. Als er im Auftrage seiner ältern Brüder nach Kermân gezogen war, und nach der Entweichung des Mohammed Ibn Eliâs sich jener Provinz bemächtigt hatte, so sandte ein Stamm von Kurden, welcher einen Landstrich von Kermân besaſs und von dem Statthalter dieser Provinz bisher gegen einen jährlichen Tribut in seinem Besitze geduldet und geschützt worden war und nach seiner Weise gelebt hatte, seinen Rejis an den Moiss eddewleh um den bestehenden Vertrag zu erneuern, was auch geschah. Moiss eddewleh aber beschloſs hernach auf den Rath seines Geheimschreibers den Vertrag zu brechen

und die Kurden unvermuthet zu überfallen und auszuplündern. Diese aber erhielten davon Kunde, und legten dem Moiss eddewleh an einem Engpasse einen Hinterhalt, und als derselbe in der Nacht auf einem beschwerlichen Wege herankam, so überfielen sie ihn von allen Seiten, und nur wenige seiner Begleiter entgingen dem Tode oder der Gefangenschaft. Moiss eddewleh selbst verlor seine linke Hand und mehrere Finger seiner rechten, und erhielt auch am Kopfe und dem übrigen Körper schwere Wurden, dergestalt, dafs er unter den Erschlagenen lag; er wurde jedoch gerettet.

[24] Über diesen Krieg in Kermân s. Herbelot *Biblioth. or. v. Moëzzaldaulat.* Was daselbst Herbelot aus Chondemir berichtet, theilt die Chronik des Heider aus dem Thârich Nigaristhân mit. Dafs Ebu Ali Mohammed, obgleich er in diesem Kampfe zuletzt unterlag, dennoch bis zu seinem im J. 356 erfolgten Tode sich behauptete, so wie auch sein Sohn im Besitze von Kermân als zinsbarer Fürst bis zum Jahre 357 blieb, erhellt sowohl aus Mirchond (Kap. V, oben S. 27), als aus Ebulfedâ (zum J. 324 T. II, p. 398, zum Jahre 356 *ibid.* p. 494 und zum Jahre 357 *ibid.* p. 496). Vgl. Elmacin (*ad a 325* p. 204).

[25] *Abulfedae Ann. mosl.* T. II, p. 402. *Elmacin* p. 204 (wo für Moin eddewleh zu setzen ist Moiss eddewleh). *Abulfaragii Hist. Dynast.* p. 302. 303. Unter Ahvâs ist die ganze Provinz Chusisthân zu verstehen. Vgl. *Abulfedae Tabula Chusisthani ed. Wüstenfeld* p. 21 und 26. (Büsching's Magazin Th. IV, S. 247. 250).

[26] Bei Ebulfedâ تورون, bei Elmacin بوزون التركى. Bei Ebulferedsch heifst er wie bei Mirchond und Heider توزون.

[27] Welcher erst in demselben Jahre an die Stelle des geblendeten Muthtbaki als Chalife von Thusun eingesetzt worden war. *Abulfed. Ann. mosl.* T. II, p. 426. 428.

[28] Im Moharrem (dem ersten Monate) des Jahrs 334. *Abulfedae Ann. mosl.* a. a. O. p. 434. 436. *Abulfaragii Hist. Dynast.* p. 308. 309.

[29] *Abulfeda* a. a. O. p. 436. 438. *Elmacin* p. 216. 217. *Abulfaragii Hist. Dynast.* p. 309. 310.

[30] *Abulfeda* a. a. O. p. 438. 440. *Elmacin* (etwas abweichend) p. 219. Vgl. *Bar Hebraei (Abulfaragii) Chronicon Syr. ed. Bruns. et Kirsch.* p. 190.

[31] „Im Jahre 336," sagt Heider in seiner Chronik, „zog Moiss eddewleh mit dem Chalifen Muti billah nach Basrah, und entrifs diese ganze Provinz dem Ebulkâsim Beridi; und in demselben Jahre gewährte er dem Chalifen an Geschenken aufser dessen gewöhnlichen Einkünften den Betrag von 200,000 Dinaren. Dann begab er sich nach Ahvâs um seinen Bruder Imâd eddewleh zu sehen; und als er zu demselben kam, so küfste er ehrerbietigst den Boden und blieb dann stehend, und obgleich Imâd eddewleh ihn aufforderte sich zu setzen, so verharrte er gleichwohl in seiner Stellung."

[32] Durch diese Meldung des Mirchond erhalten die Nachrichten des Ebulfedâ (T. II, p. 452) und Elmacin (p. 221) über diese Ereignisse ihre Erläuterung. Den Zug des Moiss

eddewleh nach Rai, so wie den wirklichen Angriff der Truppen von Chorasan auf Rai, setzt Mirchond (*Histor. Samanid.* p. 64) in das Jahr 339 in die Zeit, in welcher Rukn eddewleh nach dem Tode des Imâd eddewleh zu Schirâs sich befand und die Angelegenheiten der Provinz Schirâs in Ordnung brachte. Vgl. oben Kap. III, S. 18.

[33] Schon damals erklärte nach der Chronik des Heider der Emir Moiss eddewleh in einer Versammlung sämmtlicher Magnaten seinen Sohn Bechthiâr feierlich als seinen Nachfolger.

[34] Nach dem Thârich Heider erkrankte Moiss im Jahre 350 an Urinverhaltung (حبس بول).

[35] Vgl. *Abulfed. Ann. mosl.* T. II, p. 478. *Herbelot Bibl. or. v. Moezzaldaulat. Muradgea d'Ohsson Tableau de l'Empire Ottoman* T. I, p. 97. Es ist auffallend, dafs das Thârich Heider, obgleich es die Geschichte des Moiss eddewleh viel ausführlicher als Mirchond erzählt, und insbesondere über den von Ebulfedâ (*ad a* 341 *l. c.* p. 458) erwähnten Angriff des Fürsten Jussuf Ibn Vedschih auf Basrah und die versuchte Eroberung von Schehrsur im J. 343 (*Abulfed. Ann. mosl. l. c.* p. 460) und andere Ereignisse manche Einzelnheiten enthält, jene Äufserung der schiitischen Gesinnungen des Moiss eddewleh verschweigt. Aus den von Heider mitgetheilten Einzelnheiten aus dem Leben des Moiss eddewleh heben wir folgende in das Jahr d. H. 353 gehörende Erzählung aus:

واز جملهٔ وقایع این سال معز الدوله بویه از مطیع بالله اذن خواست که دار الخلافهرا سیر کنند وتفرج نماید مطیع بالله خادمی با حاجبش پیس معز الدوله فرستاد که تمامی دار الخلافه اورا سیر فرمایند ومعز الدوله باتفاق ایشان بدار الخلافه در آمده تمامی عمارات آنرا سیر فرمود اما وهمی که سبب داشت در هیچ موضعی زیاده توقف نمینمود بلکه بمجرد نگاه کردن اکتفا مینمود واز جملهٔ غرایبی که در دار الخلافه مشاهده کرد بتی بود عظیم بصورت زنی صاحب حسن که در حوالی آن بتهای کوچک بسیار نهاده بودند واین بتهرا در زمان مقتدر بالله از قسطنطنیه ببغداد آورده بودند ومقتدر بالله از برای تفرج اهل حرم در اندرون دار الخلافه نهاده بود وچون معز الدوله آن بترا مشاهده نمود آنچنان فریفتهٔ آن شد که خواست که از مطیع بالله بطلبد اما آخر خودرا نگاه داشت واز سر طلبیدن در گذشت

d. h. „Aufser andern Ereignissen dieses Jahrs, als Moiss eddewleh Bujeh von dem Chalifen Muti billah die Erlaubnifs den Palast des Chalifats zu besuchen und in Augenschein zu nehmen sich erbeten hatte, so sandte Muti billah einen Eunuchen nebst seinem Hadschib (Kammerherrn) zu dem Moiss eddewleh, um ihm den ganzen Palast zu zeigen; und Moiss eddewleh begab sich mit ihnen in den Palast und beschauete sämmtliche Gebäude desselben, verweilte aber aus gegründeter Vorsicht nirgends lange, sondern begnügte sich mit der Beschauung. Unter den Merkwürdigkeiten, welche er in dem Palaste des Chalifen betrachtete, war ein grofses Götzenbild,

welches eine schöne Frau darstellte, und in der Mitte von vielen kleinen Götzenbildern stand. Diese Götzenbilder hatte man zu der Zeit des Chalifen Mukthadir billah (932-934 n. Chr.) aus Constantinopel nach Bagdâd gebracht; und Mukthadir billah hatte sie zur Ergötzung der Bewohner des Harem im Innern des Harem aufstellen lassen. Als Moiss eddewleh jenes Götzenbild betrachtete, so wurde er davon dergestalt bezaubert, dafs er beschlofs dasselbe von dem Chalifen zu begehren. Nach einiger Überlegung stand er jedoch von solchem Begehren ab." Der Sinn der Worte اما وثنی که سبب داشت ist mir nicht deutlich, und ich kann daher die Richtigkeit meiner Übersetzung dieser Worte nicht verbürgen; es ist sicherlich entweder ein Schreibfehler oder eine Lücke in denselben vorhanden; vielleicht sind nach اما die Worte از برای oder از جهت ausgefallen, und nach dieser Vermuthung, obwohl sie mich nicht befriedigt, habe ich übersetzt. Aus dieser für die Kunstgeschichte nicht unwichtigen Stelle geht übrigens hervor, dafs die damaligen Araber nicht so unempfindlich für bildende Kunst waren, als man gewöhnlich annimmt. Es ist aber zu beklagen, dafs die Statuen der griechischen Göttin und der sie umgebenden Gestalten, welche nach obiger Stelle der Kaiser Romanus Lecapenus dem Chalifen Mukthadir billah verehrt hatte, nicht genauer beschrieben werden.

[36] Dafs der Name قنا mit doppeltem Fathah und Verdoppelung des Buchstaben Nun auszusprechen sei, lehrt Ibn Challikân am Ende der Lebensbeschreibung des Moiss eddewleh.

[37] Beide von Mirchond mitgetheilte Erzählungen finden sich auch im Tharich Heider und bei Herbelot *Bibliothèque orient. v. Adhad Eddoulat.* Nach Herbelot hat der Dichter Dschâmi die Erzählung von den zum Schweigen gebrachten Fröschen in einem seiner Gedichte dargestellt.

[38] Ebulfedâ erwähnt dieses von Heider übereinstimmend mit Mirchond erzählten jedoch in das Jahr 356 gesetzten Ereignisses nur mit wenigen Worten beim Jahre 357, *Ann. mosl.* T. II, p. 496.

[39] Die Empörung des Sobokthegin gegen Bechthiâr und die von ersterm bewirkte Abdankung des Chalifen Muti zu Gunsten des Tâji billah berichtet Ebulfedâ beim Jahre 363, *Ann. mosl.* T. II, p. 514. 516. Ungenauer ist die Erzählung des Elmacin p. 232.

[40] *Abulfedae Ann. mosl. l. c.* p. 516. 518. *Elmacin l. c.*

[41] Am 14. Dschumâda 'l ewwel 364 (27. Jan. 975) nach Ebulfedâ a. a. O. p. 518.

[42] Mehreres Einzelne über diese Begebenheit wird von Ebulfedâ (*Ann. mosl.* T. II, p. 520) mitgetheilt, und dabei des Mersbân, eines Sohns des Bechthiâr, welcher damals Statthalter seines Vaters zu Basrah war, erwähnt. Vielleicht ist dieser Mersbân derselbe, welcher bei Mirchond unter dem Namen Ebu Nesr (Kap. XI.) vorkömmt. Vgl. *Elmacin* p. 232.

[43] Vgl. *Abulfedae Ann. mosl*, a. a. O. p. 528.

[44] Nach Ebulfedâ (*Ann. mosl.* a. a. O. p. 536-538), welcher über diese Begebenheiten genauere Nachrichten mittheilt als Mirchond, ereignete sich die Schlacht, in welcher Bechthiâr gefangen wurde, bei dem Kasr eldschess (d. i. Gypsschlosse) im Districte von Thekrith. Nach Elmacin p. 236 wurde Bechthiâr in der Schlacht selbst getödtet, und die Schlacht fand

Statt im Monate Schewwâl (Jun. 977). Dieses Kriegs des Adhed eddewleh und Bechthiâr gedenkt auch Cedrenus (*ed. Paris* p. 696-698), berichtet aber davon mit grofser Ungenauigkeit und ohne alle Kenntnifs der damaligen Zustände des Chalifats, indem er den Adhed eddewleh, welchen er mit dem Namen Χοσρόης richtig bezeichnet, als einen saracenischen oder arabischen Fürsten, den Bechthiâr dagegen, den er Ἴναργος nennt, als einen Perser darstellt, welcher durch die Trägheit und das ausschweifende Leben des Chusrew (Adhed eddewleh) die seit langer Zeit ersehnte günstige Gelegenheit gefunden zu haben glaubte, sein Volk von der Herrschaft der Saracenen oder Araber zu befreien, und für diese Unternehmung das ganze Geschlecht der Achämeniden bewaffnete. Man sieht sehr leicht, dafs Cedrenus seinem Chosroes zur Last legt, was von Bechthiâr zu melden war, und dafs er nicht wufste, dafs beide demselben Geschlechte angehörten. Übrigens mag es richtig sein, was Cedrenus berichtet, dafs Adhed eddewleh den Sieg über Bechthiâr mit Hülfe des gefangenen Römers Sclerus gewann. Auch nach Cedrenus fand Bechthiâr (Ἴναργος) schon in der Schlacht den Tod. Über die Verhältnisse des Sclerus zu Adhed eddewleh und dessen Sohn Samsâm eddewleh sind die Nachrichten des Elmacin zu vergleichen p. 245. 246. 250-252.

[45] Über die Eroberungen des Adhed eddewleh in Mesopotamien s. *Abulfeda* a. a. O. p. 540-542. Kemâl eddin, der bekannte Geschichtschreiber von Haleb, erwähnt keines andern Verhältnisses zwischen Adhed eddewleh und Saad eddewleh, als dafs der letztere im Jahre d. H. 367 den Scherif Ebulhassan Ismail Ibn ennasir elhassani nach Bagdâd sandte, um dem Adhed eddewleh wegen des Sieges über Bechthiâr und der Besitznahme von Bagdâd Glück zu wünschen; worauf Saad eddewleh sowohl von dem Chalifen Tâji (durch Vermittelung der Bathkineh, wahrscheinlich einer Gemalin desselben) ein Ehrenkleid und den Ehrentitel Saad eddewleh, als auch von Adhed eddewleh mehrere Ehrenkleider und einen Brief erhielt, in welchem er mit den Wörtern: „mein Herr, mein Gebieter, meine Hülfe," angeredet wurde. Vgl. Regierung des Saahd-aldaula zu Aleppo, herausgegeben von Dr. G. W. Freytag. Bonn 1820. 4. p. 13. 14. (Arab. Text p. 18).

[46] *Abulfedae Ann. mosl. l. c.* p. 552. *Elmacin* p. 239.

[47] Vgl. historische Anmerk. 1.

[48] Über die von Mirchond erwähnten Bauwerke des Adhed eddewleh s. *Herbelot bibliothèque or. v. Adhad eddoulat. Abulfaragii Historia Dynast.* p. 319.

[49] *Mirchondi Histor. Samanid.* p. 80 *sq.*

[50] Über den Titel Sâhib d. i. der Gesellschafter vgl. Hammer's Länderverwaltung unter dem Chalifate S. 34. 35. „Der erste Vesir," sagt Heider in seiner Chronik, „welcher den Ehrennamen Sâhib führte, war Ibn Ibâd, und dieser Beiname wurde dadurch veranlafst, dafs Ibn Ibâd schon vor seiner Ernennung zum Vesir der beständige Gesellschafter des Mujid eddewleh war und daher den Beinamen Sâhibi Schuhreth (d. i. Gefährte des Ruhms) erhielt; andere aber berichten, dafs Mujid eddewleh dem Ibn Ibâd zu der Zeit, als er ihn zum Vesir ernannte, jenen

Ehrentitel deswegen ertheilte, weil Ibn Ibâd von seiner Jugendzeit an bis zu seiner Erhebung zum Vesir Gesellschafter des Mujid eddewleh gewesen war." Eine andere Erklärung des Namens findet sich bei Ebulfedâ, *Ann. mosl. l. c.* p. 586.

[51] *Mirchondi Historia Samanid.* p. 90. *Abulfedae Ann. mosl. l. c.* p. 554. 556. *Elmacin* p. 240.

[52] Diese Münze war ohne Zweifel nur zu Geschenken bestimmt, wie auch Ebulfedâ andeutet, nach welchem Ibn Ibâd dem Fachr eddewleh Einen Dinâr dieser Art als Geschenk überreichte. *Ann. mosl. l. c.* p. 564. Nach der Angabe des Heider standen neben den Ehrentiteln des Fachr eddewleh, auf dieser Münze auch die Ehrentitel des Chalifen Tâji.

[53] Nach Ebulfedâ führte Behâ eddewleh auch den Namen *Chârschâds* (خارشاذ). *Ann. mosl. l. c.* p. 566. T. III, p. 18.

[54] Die Chronik des Heider setzt dafür Chusisthân.

[55] In der Chronik des Heider: آب دجله d. i. das Wasser des Tigris. Vgl. *Herbelot bibl. or. v. Fakhr aldaoulat.* Unter dem Flusse von Ahvâs oder Chusisthân (vgl. hist. Anm. 25) kann wohl nur der Kercheh, welcher, nachdem er die Provinz Chusisthân durchströmt, unfern von der Vereinigung des Euphrat und Tigris in den Schatt elarab fällt, verstanden werden.

[56] *Abulfedae Ann. mosl. l. c.* p. 586. *Elmacin* p. 254.

[57] Vgl. *Herbelot* a. a. O.

[58] Den Unterschied der Usul und Furu weiſs ich zwar nicht genauer anzugeben, allein ohne Zweifel werden diese Worte als Bezeichnungen der Hauptlehren und untergeordneten Lehren oder der Lehren der ersten und zweiten Classe in der theologischen Kunstsprache einander in gleicher Weise entgegengesetzt, wie in der Terminologie der arabischen Grammatiker. Vgl. *Silv. de Sacy Anthologie grammaticale arabe* p. 59. Über die Lehren der Mothaseliten vgl. *Muradgea d'Ohsson Tableau de l'Empire Ottoman* T. I, p. 50.

[59] *Abulfedae Ann. mosl. l. c.* p. 598. Vgl. *Herbelot biblioth. or.* a. a. O. *Abulfaragii Hist. Dynast.* p. 333. *Elmacin* p. 255.

[60] *Abulfedae Ann. mosl. ad a.* 372 *l. c.* p. 554.

[61] Ebulfedâ setzt diese Ereignisse in das Jahr 376, *Ann. mosl. l. c.* p. 560; Elmacin (p. 240) wie Mirchond in das Jahr 375.

[62] Scherf eddewleh starb nach Ebulfedâ (*Ann. mosl. l. c.* p. 566) im Anfange des Dschumada 'lachireh 379 (Sept. 989). Vgl. Elmacin p. 241.

[63] Bei Elmacin (p. 240) Ebulhassan.

[64] Nach Ebulfedâ gelangte der Ferrâsch Medscheddin, den er Mohammed Schirâsi nennt, erst nach dem Tode des Scherf eddewleh zu der Burg, in welcher Samsâm eddewleh gefangen gehalten wurde, und vollzog dann gleichwohl die ihm befohlne Blendung des Samsâm eddewleh. *Ann. mosl. ad a.* 379 T. II, p. 566. Vgl. *ad a.* 388 *ibid.* p. 600. Damit stimmt auch Heider, welcher für diese Begebenheiten eben so wie Ebulfedâ die Chronik des Ibn elathir

benutzte, überein, indem er hinzufügt, dafs der Ferrâsch Mohammed zwar von dem mittlerweile erfolgten Ableben des Scherf eddewleh unterrichtet war, mit dem Befehlshaber der Burg, in welcher Samsâm eddewleh sich befand, Ebulkâsim elalâ, aber übereinkam, den Samsâm eddewleh zu blenden, bevor der Tod des Scherf eddewleh allgemein bekannt würde, um den Söhnen des letztern die Herrschaft zu erhalten.

[65] Vgl. *Herbelot bibliothèque or. v. Samsam aldoulat.*

[66] Vgl. *Herbelot* a. a. O., wo diese Ereignisse in das Jahr 383 d. H. (Chr. 993) gesetzt werden.

[67] Vgl. Herbelot a. a. O. Ebulfedâ (*Ann. mosl.* T. II, p. 600) sagt blofs, dafs Samsâm eddewleh auf Veranlassung eines Aufstandes seiner Dilemitischen Miliz getödtet worden sei. Es ist auffallend, dafs Mirchond in der Nachricht von dem Tode des Samsâm auf eine kurz vorhergegangene chronologische Angabe sich bezieht, welche in seinem Texte fehlt.

[68] Vgl. *Abulfedae Ann. mosl.* T. II, p. 572. 574. *Abulfaragii Hist. Dynast.* p. 332.

[69] Vgl. *Abulfedae Ann. mosl.* T. II, p. 578. Die in diesem Absatze des Mirchond vorkommenden Worte: بواسطهء آنکه با مردم حسن معاشرت نداشت sind mir nicht deutlich; vielleicht ist حسن معاشرت zu lesen, wodurch der Sinn entstehen würde, „weil er mit den Leuten nicht in einer anständigen Weise umging," d. i. sie nicht in der rechten Weise behandelte, sich also verhafst gemacht hatte.

[70] Da wir über diese Ereignisse bei keinem andern Schriftsteller genauere Nachrichten finden, so können wir nur für die Ermordung des Ebu Nesr die chronologische Angabe des Elmacin (p. 256) hinzufügen, nehmlich das Jahr 391 (vom 30. Nov. 1000 bis zum 18. Nov. 1001). Die Eroberung von Fârs durch Behâ eddewleh, so wie die von Mirchond berichtete erste Unterwerfung von Kermân scheint etwa in das Jahr 389 oder 390 gesetzt werden zu müssen. Dafs Behâ eddewleh nach der Eroberung von Fârs seinen gewöhnlichen Wohnsitz von Bagdâd nach Schiras verlegte, scheint aus der von Herrn Silvestre de Sacy (*Mémoires sur diverses antiquités de la Perse* p. 137. 138. 149 folg.) erläuterten Kufischen Inschrift zu Persepolis sich zu ergeben, indem in dieser Inschrift gemeldet wird, dafs Behâ eddewleh im J. 392 mit seinem Sohne, dem Emir elumerâ Ebu Mensur, auf der Jagd nach Persepolis kam und daselbst eben so wie früher sein Vater Adhed eddewleh (s. histor. Anm. 18), die alten verwitterten Inschriften las. Nach den Angaben der Geschichtschreiber starb auch Behâ eddewleh in Fârs oder doch an der Gränze dieser Provinz, nach Ebulfedâ (*Ann. mosl.* T. III, p. 18) und Elmacin (p. 257) zu Ardschân in Chusisthân hart an der Gränze von Fârsisthân, nach Heider zu Schirâs. Des in der Inschrift erwähnten Sohns des Behâ eddewleh, des Emir elumerâ Ebu Mensur, gedenken auch die persischen Geschichtschreiber nicht; er starb ohne Zweifel vor dem Vater, war mithin nur kurze Zeit Emir elumerâ zu Bagdâd, und die Geschichtschreiber fanden daher keine Veranlassung seiner zu erwähnen. Vgl. *Silvestre de Sacy* a. a. O. S. 151 folg.

[71] *Abulfedae Ann. mosl.* T. III, p. 6.

[72] Am 10. Dschumada 'lachireh (16. Dec. 1012). *Abulfeda l. c.* p. 18. Vgl. Elmacin p. 257.

[73] *Abulfedae Ann. mosl.* T. II, p. 598. *Abulfaragii Histor. Dynast.* p. 333.

[74] Vgl. *Abulfed. Ann. mosl.* T. III, p. 94. *Reiskii annotat. hist. ibid.* p. 665. Daſs Ibn Sina Vesir des Medschd eddewleh gewesen, erwähnt auch Herbelot *Biblioth. or. v. Magdeddoulat.* Choand emir, der das Leben des Ibn Sina in seiner Geschichte der Vesire (تاريخ دستور الوزرا) unter den bujidischen Vesiren weitläuftig beschreibt (*Mss. orient. Bibl. reg. Berol.* Fol. 288, fol. 72[b]-80[a]), läſst ihn dagegen Vesir des Ala eddewleh Ebu Dschafer Ibn Kâkujeh sein.

[75] *Abulfedae Ann. mosl.* T. II, p. 616. Ebu Dschafer Schehrjâr hieſs Ibn Kâkujeh (d. i. Sohn des Oheims), weil sein Vater der Oheim oder Mutterbruder der Seideh war. Das Wort Kâkujeh im Persischen ist, wie Ebulfedâ angiebt, dem arabischen Châl (*avunculus*) gleichbedeutend. Heider bemerkt, daſs das Wort Kâkujeh die angegebene Bedeutung in der Sprache von Dilem habe. Ibn Kâkujeh starb im Jahre d. H. 433 nach *Abulfed. Ann. mosl.* T. III, p. 114.

[76] *Herbelot Bibliothèque orient. v. Magdeddoulat.*

[77] Vgl. *Mirchondi Histor. Gasnevid.* Kap. XVII, p. 87 (der Übers. p. 226. 227).

[78] Vgl. *Herbelot v. Magdeddoulat.*

[79] *Mirchondi Historia Gasnevid. l. c.* (der Übers. p. 227).

[80] *Elbetâih* d. i. die Niederungen war nach Ebulfedâ (*Tabula Iraki ed. Wüstenfeld* p. 7 und in Büsching's Magazin für die neue Historie und Geographie Th. IV, S. 256) der Name eines sumpfigen und wasserreichen Landstrichs zwischen Basrah und Wâsit. Über Mohadsdsib eddewleh s. *Abulfedae Ann. mosl. ad a.* 369 T. II, p. 562.

[81] Nach Elmacin (p. 237) war schon dem Adhed eddewleh der Titel Schâhinschâh von dem Chalifen Tâji bewilligt worden. Über die von Mirchond berichteten Händel des Sultân eddewleh und Muschrif eddewleh vgl. *Abulfedae Ann. mosl.* T. III, p. 50.

[82] Vgl. *Abulfeda l. c.*

[83] Vgl. *Abulfedae Ann. mosl.* T. III, p. 62.

[84] Im Monate Schewwâl (Jan. 1025) nach Ebulfedâ T. III, p. 611 und Elmacin p. 262. Ebu Kâlendschâr heiſst in dem Reiskischen Texte der Chronik des Ebulfedâ überall und bei Ebulferedsch (*Histor. Dynast.* p. 344) Ebu Kâlidschâr (كاليجار). Heider legt ihm noch den Namen Husâm eddewleh (حسام الدوله) bei.

[85] *Abulfedae Ann. mosl. l. c.* p. 66.

[86] *Abulfedae l. c.* p. 68. *Elmacin* p. 262.

[87] *Abulfeda l. c.* p. 68. 70.

[88] *Abulfeda l. c.* p. 70. *Elmacin l. c.*

[89] Vgl. *Abulfeda l. c.* Heider berichtet über diese Verhältnisse also:

ودر سال چهار صد وهژدهم جلال الدوله از بصره ببغداد آمد خليفه القادر بالله عباسى در كشتى نشسته باستقبال او رفت وجلال الدوله پيش خليفه چنانچه معهود بود زمين ادب

بوسیده در مجلس خلیفه بنشست بعد از ساعتی خلیفه بجانب دار الخلافه مراجعت
نمود وجلال الدوله قبل آز آنکه بدار الاماره رود بمشهد امام موسی کاظم رفته مراسم زیارت
بفعل آورد وبعد از آن بدار الاماره در آمد وچون جلال الدوله در بغداد قرار گرفت
فرمود تا بر در خانهء او پنج نوبت در اوقات نماز نوبت میزدند وخلیفه کس فرستاده اورا
ازین معنی منع فرمود چه این مخصوص بخلفا می بود جلال الدوله از روی غضب وطرح
فرمود که نوبت زدن بر طرف کردند آخر الامر خلیفه قادر بالله کس فرستاده اورا رخصت
فرمود تا در پنج وقت نماز نوبت میزدند

d. i. „Als im Jahre 418 Dschelâl eddewleh aus Basrah nach Bagdâd kam, so setzte sich der Chalife Kâdir billâh der Abbaside in ein Schiff und fuhr ihm entgegen, und Dschelâl eddewleh, nachdem er in der gewöhnlichen Weise dem Chalifen durch den Kufs des Bodens seine Ehrerbietung bezeigt hatte, nahm in der Ehrenversammlung desselben seinen Platz. Nach einer Stunde kehrte der Chalife in den Palast des Chalifats zurück, und Dschelâl eddewleh, bevor er sich in den Palast des Emirats begab, wallfahrtete zu dem Grabmale des Imâm Musa Kadhim (eines Nachkommen des Ali, gestorben zu Bagdâd im Jahre 183 d. H. nach *Abulfedae Ann. mosl.* T. II, p. 76), und verrichtete daselbst seine Andacht. Dann begab er sich in den Palast des Emirats; und als er festen Fufs zu Bagdâd gefafst hatte, so liefs er vor der Pforte seines Hauses (täglich) fünfmal zu den Zeiten des Gebets die Heerpauken schlagen. Der Chalife sandte hierauf einen Abgeordneten an den Dschelâl eddewleh und liefs ihm solches verbieten, weil es ein Vorrecht der Chalifen war, und Dschelâl eddewleh liefs mit Unwillen und Verdrufs das Schlagen der Heerpauken einstellen. Zuletzt aber sandte der Chalife Kâdir billâh einen Abgeordneten an Dschelâl eddewleh und ertheilte die Erlaubnifs, zu den fünf Zeiten des Gebets die Heerpauken schlagen zu lassen." Nach Elmacin (p. 237) gewährte schon im J. 368 der Chalife Tâji dem Adhed eddewleh das Recht zu den fünf Zeiten des Gebets am Thore seines Palastes die Heerpauken schlagen zu lassen; Elmacin bemerkt zugleich, dafs dieses Recht weder früherhin einem Emir zugestanden worden war, noch den Nachfolgern des Adhed eddewleh in der Herrschaft gewährt wurde. Dagegen berichtet Ebulfedâ (*Ann. mosl. ad a.* 408 T. III, p. 46), dafs Adhed eddewleh das Schlagen der Heerpauken auf drei Male täglich beschränkte und Sultân eddewleh zu allen fünf Zeiten des Gebets die Heerpauken erschallen liefs. Vgl. Jos. v. Hammer Geschichte des Osmanischen Reichs Th. I. (Pesth 1827. 8.) S. 28. Dessen Länderverwaltung unter dem Chalifate S. 181.

[90] *Abulfedae Ann. mosl.* T. III, p. 74. Elmacin p. 263.

[91] Vgl. Kap. XII, S. 43, 44.

[92] *Abulfedae Ann. mosl.* T. III, p. 78.

[93] Den Namen des Vesirs nennt Heider: Ebu Ishak Suheili, und der von Mirchond erzählte Aufstand ereignete sich nach eben jenem Schriftsteller im Monate Rebi elewwel 423.

[94] Der Emir Adil Behrâm sprach nach Heider damals also zu Ebu Kâlendschâr: „wenn eine Schaar von Türken käme, so würde es rathsam sein, dafs du nach Bagdâd dich begäbest; aber auf einen blofsen Brief dieser aufrührischen Leute dahin zu gehen, ist durchaus unzweckmäfsig, denn sie sind unzuverlässig in ihrem Reden und ihrem Handeln."

[95] „Die Leute von Bagdâd," sagt Heider, „holten nach 43 Tagen den Dschelâl eddewleh nach Bagdâd zurück und gaben sein Vesirat dem Ebulkâsim Ibn Mâkulâ (ووزارت اورا بابو القاسم ابن ماكولا دادند).

[96] Fast dieselben wahrscheinlich aus der Chronik des Ibn el Athir genommenen Worte stehen in *Abulfedae Ann. mosl.* T. III, p. 82.

[97] Eine ausführlichere Nachricht theilt über diesen Aufstand Heider aus Ibn elathirs Kâmil eththewârich mit, indem er meldet, dafs Dschelâl eddewleh genöthigt war, heimlich aus seinem Palast zu Bagdâd zu entweichen, ein Schiff zu besteigen und nach der Vorstadt Kerch sich zu begeben. Von dort setzte er seine Flucht nach Thekrit fort. Endlich vermittelte der Chalife einen Frieden, welcher, wie Heider bemerkt, in der damaligen Lage des Reichs der Bujiden weder von erheblichem Nutzen noch von langer Dauer war.

[98] Nach Elmacin p. 266 erhielt Dschelâl eddewleh den Titel Schâhinschâh Melik el moluk schon im J. d. H. 422.

[99] Über den Streit, in welchen im J. 434 Dschelâl eddewleh mit dem Chalifen gerieth, s. *Abulfedae Ann. mosl.* T. III, p. 118. Auch Heider erzählt diese Händel.

[100] Dieselbe Nachricht findet sich in *Abulfedae Ann. mosl. l. c.* p. 120.

[101] Nach Ebulfedâ a. a. O. und p. 122 im Safar 436.

[102] Ebulasis Mensur, ein trefflicher Dichter, starb nach Ebulfedâ (a. a. O. p. 120. 132) zu Majâfârekin.

[103] Vgl. *Abulfaragii Historia Dynastiarum* p. 344.

[104] Ebu Kâlindschâr starb am 4. Dschumâda 'lewwel 440 in der Stadt Dschenâb in Kermân. *Abulfedae Ann. mosl. l. c.* p. 128.

[105] Bei Ebulfedâ (z. B. p. 130) und Heider findet der Name Fulâdsuthun sich abgekürzt Fulâsuthun (فلاستون).

[106] Nach *Abulfedae Ann. mosl.* a. a. O. p. 130 setzte sich Ebu Mensur, welcher damals aus der Gefangenschaft befreiet war, im Jahre d. H. 441 (Chr. 1049. 1050) in den Besitz der Provinz Fârs.

[107] Nach Heider gerieth Ebu Mensur damals (im Monate Schewwâl 440) mit seiner Mutter in die Gefangenschaft des Ebu Said, welcher ihn dem Melik rahim überlieferte. Ebu Mensur wurde hierauf in der Burg von Istachar bewahrt, später aber durch die Truppen von Schirâs befreiet, wie auch Mirchond im folgenden berichtet.

[108] Nach *Abulfedae Ann. mosl.* a. a. O. p. 132 im Jahre d. H. 445 (vom 22. April 1053 bis zum 10. April 1054).

[109] *Abulfedae Ann. moslem.* a. a. O.

[110] Sehr übereinstimmend mit Mirchond wird das Ende der Herrschaft der Bujiden zu Bagdâd erzählt von Ebulfedâ a. a. O. p. 146. 148. Eben so von Heider, welcher nur weniges hinzufügt. Vgl. *Abulfaragii (Bar Hebraei) Chronicon syr.* p. 244-247. Melik rahim starb (nach *Abulfedae Ann. mosl.* a. a. O. p. 180) im Jahre 450 (Chr. 1058), nach Heider im Jahre 451 (Chr. 1059), als Gefangener in der Citadelle von Rai.

[111] Nach Herbelot *Bibliothèque orient. v. Malek rahim* im J. d. H. 448 (Chr. 1056). Der Name Feslujeh würde nach arabischer Weise Fedhleweih auszusprechen sein.

[112] Dieser Sultan Moassis dewleth Châkani, für welchen Mirchond den göttlichen Schutz anruft, kann wohl kein anderer sein, als der Timuride Ebulgâsi Hossein Behâdurchân, unter dessen Regierung Mirchond sein Werk verfafste (s. *Silv. de Sacy Mémoires sur diverses antiquités de la Perse* p. XIV folg.). Nirgends finde ich jedoch jenen Sultân, den Mirchond gewöhnlich nur Châkân Mansur nennt (vgl. *Am. Jourdain Notice de l'histoire universelle de Mirkhond* im neunten Bande der *Notices et extraits des Manuscrits de la Bibliothèque du Roi* p. 25) mit dem Beinamen Moassis eddewleth bezeichnet. Am ausführlichsten wird bei Mirchond (im 7ten Bande *Ms. orient. Biblioth. reg. Berolin. Fol. 36. fol. 17a*) jener Sultan also genannt: *Châkân Mensur dschihângir sultâni meschrekin we schâhinschâhi magrebin Ebulgâsi Mirsâ Sultân Hossein.*

Verbesserungen.

S. 9 Z. 6 von unten sind nach den Worten: „seines widerspenstigen Bruders" die Worte ausgefallen: „wurde auf Befehl desselben geblendet."

S. 12 in der Geschlechtstafel ist bei Rusthem Medschd eddewleh dessen (Kap. 12, S. 89 erwähnter) Sohn Ebu Dilf nachzutragen, und eben daselbst sind bei Ebu Ali dem Sohne des Scherf eddewleh die Worte: *Kurreth elain Melik* zu löschen, indem dieselben nur (Pers. Text S. 36, Übers. S. 82) als höfliche Bezeichnung des Ebu Ali vorkommen.

S. 15 Z. 10 und S. 21 Z. 1 und 4 statt جنك l. جنگ.

S. 19 Z. 3 statt جنكجوى l. جنگجوى.

S. 23 Z. 15 statt خانه يافت l. خانهٔ يافت. Diese und einige wenige andere leicht erkennbare Auslassungen des ء wird der geneigte Leser gütigst entschuldigen.

S. 49 Z. 16 statt جنديان l. جنديان.

Über die Besorgnisse, welche die Zunahme der Bevölkerung erregt.

Von
Hrn. HOFFMANN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 22. October 1835.]

Bis zum Ende des achtzehnten Jahrhunderts stand die Sorge für Zunahme der Bevölkerung oben an unter den Pflichten der Staatswirthe. Bedenken ward nur zuweilen geäufsert über die Wahl der Mittel, die Volkszahl zu vermehren; über die Anwerbung unzuverläfsiger Ausländer zur Verstärkung der Heere; über das Anlocken fremder Ansiedler durch kostbare Unterstützungen; über die mittelbare Begünstigung des unehelichen Beischlafs durch Milderung der Folgen desselben für die Mütter. Aber als Grundsatz stand fest: das Entstehen neuer Haushaltungen müsse nach Möglichkeit begünstigt, Abbauen neuer Ackerhöfe durch Theilbarkeit des Bodens befördert, Anstellen neuer Gewerbe durch Gewerbefreiheit erleichtert werden. Die Schranken, welche Grund-, Gemeine-, Zunft- und Familien-Rechte der Ausführung dieser Ansicht entgegenstellten, galten für Übel, welche zwar mit Schonung, aber auch mit Beharrlichkeit vertilgt werden müfsten. Die Regierungen wollten allerdings nicht blos eine zahlreiche, sondern auch eine kräftige und thätige Bevölkerung: aber Thätigkeit, meinten sie, finde sich schon, wo jeder rüstig arbeiten müsse seinen Unterhalt zu verdienen; Fleifs und Sparsamkeit gründe Wohlstand in der grofsen Masse des Volks; die vielen Steuergroschen brächten mehr, als die wenigen Steuerthaler; und zuletzt entscheide Mannschaft und Geld über die Macht der Staaten — eine Macht, deren Aufgabe wiederum nur Eröffnung neuer Erwerbsquellen, Sprengen der Hemmketten, welche fremde Eifersucht der Thätigkeit des Volks anlegte, und Erweiterung des freien Schaffens und Wirkens sein sollte, so weit menschliche Kräfte reichen.

Wärend der Donner des britischen Geschützes siegreich auf allen Meeren vom Aufgange bis zum Niedergange ein Übergewicht verkündigte, welches als Lohn für Beachtung dieser Lehren erschien, ward den Briten in ihrer reichen Heimat selbst die Armentaxe so lästig, dafs leise Zweifel an der Glückseligkeit einer unbegränzten Volksvermehrung entstanden. Aber die öffentliche Meinung wollte sich des uralten Glaubens so leicht nicht entäufsern; und Malthus, der solche Zweifel im Jahre 1798 in einer Flugschrift aussprach, mufste bald darauf ein Buch von zwei Bänden schreiben, um Ansichten zu vertheidigen, deren kühne Neuheit hier empörte, dort blendete, überall aufregte. Als Hegewisch im Jahre 1806 dieses Werk aus der dritten Auflage, die seitdem schon nothwendig geworden war, ins Deutsche übertrug, war er noch veranlafst, seiner Übersetzung [1] einen behelmten Prolog vorzusetzen: und sie schliefst mit einem Auszuge aus der Vertheidigungsschrift, die Malthus selbst noch dieser dritten Auflage seines Buchs anhängte, weil es bis dahin fortwärend ein Stein des Anstofses geblieben war. Seitdem reichte schon ein Viertel-Jahrhundert hin, den Stand der Meinungen gänzlich zu verändern. Malthus Warnungen sind nicht nur fast allgemein gebilligt, sondern von einigen sehr laut gewordenen Stimmen so weit überboten worden, dafs die neue Weisheit begann, sich ihrer eignen Fortschritte zu schämen. Unter solchen Verhältnissen ist es so sehr an der Zeit, die Sühne zu versuchen, dafs diesem Versuche nur noch das Verdienst bleibt, einer im Gewerbs- und Geschäfts-Leben bereits ausgebildeten Ansicht Worte geliehen zu haben.

Malthus hat nie verkannt, dafs die Macht der Staaten bedingt werde durch die Kraft ihrer Bevölkerung, und durch die Weisheit, womit ihre Regierungen diese Kraft gebrauchen. Auch damit ist er einverstanden, dafs diese Kraft ebensowohl in der Anzahl, als in der Beschaffenheit des Volks beruhe. Er ist ferner von der Überzeugung durchdrungen, dafs durch ein bestimmtes Maafs von äufsern Gütern auch nur ein bestimmtes Maafs von Menschenkraft unterhalten werden kann. Dieses Maafs ist erreicht, sobald die Anzahl der Menschen nicht vermehrt werden kann, ohne mehr Kraft durch ihre verringerte Beschaffenheit zu verlieren, als durch ihre vermehrte

---

[1] Sie trägt auf dem Titel beider Bände die Jahrzahl 1807, aber die Vorrede ist — „Hamburg, im September 1806" — unterzeichnet.

Anzahl gewonnen wird. Aber der Unterhalt des Menschen hängt nicht allein von dem Besitze äufsrer Güter, sondern auch von den geistigen und körperlichen Kräften ab, womit er dieselben zu benutzen vermag. Diese Bemerkung hat indefs Malthus auch nicht übersehen. Er nimmt sogar selbst an eine Fähigkeit des Menschengeschlechts, die Mittel zu seinem Unterhalte zu vermehren, die jede zur Zeit angebbare Gränze übersteigt. Neben dieser steht nun die Fähigkeit des Menschengeschlechts sich durch einen Überschufs der Geburten über die Todesfälle der Zahl nach zu vermehren; und für diese Vermehrung sind in einem gegebnen Kulturstande zweierlei Gränzen denkbar: die eine, wobei das höchste Maafs von menschlichen Kräften entwickelt, die andre, wobei die höchste Zahl von Menschen unterhalten wird.

Dafs nur die erstgenannte dieser beiden Gränzen zu erreichen gesucht werden müsse, ist aufser Zweifel. Das Unterscheidende in Malthus Vortrage besteht aber darin, dafs er annimmt: ein Naturgesetz selbst treibe das Menschengeschlecht über diese Gränze hinaus zur Vermehrung bis dahin, wo die Möglichkeit, der vorhandnen Anzahl Unterhalt zu schaffen, aufhört, und die peinlichsten Entbehrungen die Fähigkeit der menschlichen Natur, sie zu erdulden, übersteigen.

Zu dieser Annahme gelangt er durch eine eigenthümliche Vorstellung von dem Naturgesetze, welches die Fortschritte befolgen, die das Menschengeschlecht in der Vermehrung einerseits seiner Zahl, andrerseits seiner Unterhaltsmittel macht.

Es ist an sich ganz natürlich, dafs die Zahl der Frauen, die gebären können, mit der Bevölkerung überhaupt zunimmt; dafs also in dem Wachsthume der Volkszahl selbst ein Grund zur Beschleunigung dieses Wachsthums liegt. Soweit störende Verhältnisse die Wirkungen des allgemeinen Naturgesetzes nicht ändern, wird die Vermehrung hiernach in einer geometrischen Reihe fortschreiten; wie bei einem Kapitale, wozu terminlich die Zinsen geschlagen werden. Es ist selbst gewöhnlich, das Maafs dieses Fortschreitens, eben wie bei zinsbar belegten Geldern, in Prozenten anzugeben. Der Erfahrung nach beträgt die Vermehrung der Menschenzahl im mittlern Europa jetzt jährlich im Durchschnitte zwischen ein und anderthalb Prozent. Im ersten Falle wird auf hundert gleichzeitig Lebende Einer mehr geboren, als dagegen stirbt. Es werden beispielsweise auf Hundert Vier

geboren, wärend nur Drei sterben, wornach auf 25 Lebende eine Geburt, auf $33\frac{1}{3}$ Lebende ein Todesfall kommt. Dieselbe Vermehrung der Zahl nach könnte aber auch statt finden, wenn auf hundert Lebende nur Drei geboren würden, aber dagegen auch nur Zwei stürben: oder wenn auf hundert Lebende Fünf geboren würden, aber schon Vier stürben.

Bei einer Vermehrung von anderthalb Prozent werden auf zweihundert Lebende jährlich Drei mehr geboren, als dagegen sterben. Das würde geschehen, wenn auf 25 Lebende Einer geboren würde, aber von 40 Lebenden nur Einer stürbe. Es könnte aber auch bei einer gröfsern oder geringern Anzahl der Geburten stattfinden, wenn nur die Anzahl der Todesfälle sich gleichzeitig so vermehrte oder verminderte, dafs der Überschufs der Gebornen auf Zweihundert eben Drei betrüge.

In der Erfahrung kommen jedoch allerdings auch Fälle vor, worin die Vermehrung im Durchschnitte einer Reihe von Jahren mehr als anderthalb oder weniger als ein Prozent beträgt.

Das Mehr hat seine Gränze in der menschlichen Natur; und es ist darnach kaum denkbar, dafs die Vermehrung anhaltend höher als drei Prozent steigen könne. In diesem Falle werden jährlich auf Hundert Drei mehr geboren als dagegen sterben. Das würde geschehen, wenn auf zwanzig Lebende eine Geburt, auf funfzig Lebende aber nur ein Todesfall käme. Das erstere ist sehr möglich; und es kommen selbst wohl Fälle vor, wo schon auf achtzehn Lebende eine Geburt fällt: das letztre aber ist damit nicht leicht zu vereinigen. Der Mensch leidet in der Geburt so sehr, und die Schwäche der frühern Kindheit ist so viel Gefahren ausgesetzt, dafs bei einer so grofsen Anzahl von Geburten, als hier angenommen wird, die Sterblichkeit, auch bei der sorgsamsten Pflege der Kinder, nicht leicht so gering werden kann, als hier vorausgesetzt werden will.

Die Verminderung der Zunahme hat keine solche Gränzen: indefs lehrt die Erfahrung doch, dafs überall, wo der Mensch bereits feste Wohnsitze gewonnen hat, und kein besondres Mifsgeschick seinen Lebensunterhalt verkümmert, oder sein Leben durch Seuchen und gewaltsamen Tod verkürzt, die Zahl der Geburten merklich gröfser ist, als die Zahl der Todesfälle. Es ist schon sehr wenig, wenn dieser Überschufs nur ein halbes Prozent beträgt; welches beispielsweise der Fall sein würde, wenn von zweihundert Lebenden jährlich Fünf geboren würden, und Vier stürben. Eine

Sterblichkeit, die von funfzig Lebenden jährlich nur einen hinweg nimmt, ist bei so geringer Anzahl der Geburten sehr wahrscheinlich: aber es müssen sehr viel Menschen den Genufs des häuslichen Lebens in der Ehe entbehren, oder die Ehen müssen ganz ungewöhnlich unfruchtbar sein, wenn von vierzig Lebenden jährlich nur Einer geboren werden soll, wie hier vorausgesetzt werden mufs. Nimmt man aber eine gröfsre Anzahl der Geburten an: so müfste bei so geringem Fortschreiten der Volkszahl die gewöhnliche Sterblichkeit so grofs sein, wie sie bei den gebildetsten Völkern nur in den Jahren ist, wo Seuchen sie heimsuchen. Würde beispielsweise von 25 Lebenden Einer geboren, was ohngefähr die Mittelzahl für den preufsischen Staat ist: so müfsten, wenn die Vermehrung nur ein halbes Prozent betragen sollte, jährlich schon Sieben von Zweihundert, Einer also von $28\frac{4}{7}$ sterben. Das ist nahe so viel, als die gefürchteten Seuchen des Jahres 1831 wegrafften.

Es fallen demnach für den jetzigen Zustand der gebildetsten Völker die wahrscheinlichen jährlichen Vermehrungen zwischen ein halbes Prozent und drei Prozent jährlich im Durchschnitte. Ferner ergiebt die Rechnung von Zinsen auf Zinsen, dafs eine Verdoppelung der vorhandnen Volkszahl erfolgen würde bei einer Vermehrung von

einem halben Prozent	in	$138{,}_{9757}$ oder nahe 139 Jahren;
einem Prozent	in	$69{,}_{6607}$ oder nahe $69\frac{2}{3}$ Jahren;
anderthalb Prozent	in	$46{,}_{5555}$ oder nahe $46\frac{5}{9}$ Jahren;
zwei Prozent	in	$35{,}_{0028}$ das ist sehr nahe 35 Jahren;
drittehalb Prozent	in	$28{,}_{0710}$ oder nahe $28\frac{1}{14}$ Jahren;
drei Prozent	in	$23{,}_{4498}$ oder nahe $23\frac{9}{20}$ Jahren.

Nach demselben Gesetze fortschreitend würde sodann erfolgen:

Die Vervierfachung, nämlich die Verdoppelung der Verdoppelung, in den zweifach so langen Zeiträumen; die Verachtfachung, oder die Verdoppelung der Vervierfachung, in den dreifach so langen Zeiträumen; die Versechzehnfachung, oder die Verdoppelung der Verachtfachung, in den vierfach so langen Zeiträumen.

Man geräth auf dieser Bahn sehr bald zu Ergebnissen, die weit Alles überbieten, was die ausschweifendste Einbildungskraft irgend noch zu erfassen vermag. Der Zeitraum von 1835 Jahren, welchen die Zeitrechnung der abendländischen Kirche seit Christi Geburt umfafst, enthält noch etwas mehr als das Dreizehnfache des Zeitraums von 139 Jahren, welcher selbst

unter der Voraussetzung, dafs der jährliche Zuwachs nur ein halbes Prozent betrage, die Verdoppelung der vorhandnen Volkszahl erzeugt. Da nun die dreizehnte Potenz der Zwei 8192 ist: so würde ein Land, das zur Zeit von Christi Geburt eine Million Menschen enthielt, jetzt selbst bei so sehr langsamem Fortschritte der Vermehrung 8,192 Millionen, das ist sehr viel mehr Einwohner enthalten müssen, als man jetzt, freilich sehr ins Ungewisse hin, für den ganzen Erdboden anzunehmen wagt. Ein solches Ergebnifs bedarf keiner Erörterung seiner Unstatthaftigkeit. Aber Beispiele einer Verdoppelung der Einwohnerzahl innerhalb des Zeitraums von weniger als einem Jahrhunderte kommen vor in dem angebautesten Theile von Europa: die Möglichkeit einer Verdoppelung in der gleichen Zeit läfst sich keinesweges abläugnen; und dieses ist völlig hinreichend, die Gemüther mit Harren und Furcht der Dinge zu erfüllen, die da kommen sollen auf Erden, wenn es neben das Gesetz gestellt wird, das Malthus für die möglichen Fortschritte in der Vermehrung der Unterhaltsmittel annimmt.

Diese Vermehrung soll in einer arithmetischen Reihe ersten Ranges fortschreiten; das ist in gleichen Zeiträumen um gleichviel, nicht wie bei der geometrischen Reihe, um gleichvielmal.

Wächst also beispielsweise die Zahl der Einwohner jährlich um ein Prozent: so könnte zwar die Erzeugung von Nahrung und allen andern Unterhaltsmitteln jährlich ebenfalls um ein Prozent wachsen: aber nicht um ein Prozent der jedesmal vorjährigen Anzahl, sondern nur um ein Prozent der erstanfänglichen. Die Vermehrung der Unterhaltungsmittel würde nach dieser Ansicht eben so fortschreiten, wie die Vermehrung eines Kapitals, wenn die Zinsen davon zwar gesammelt, aber nicht wieder zinsbar belegt werden. Nach diesem Beispiele würde also die Vermehrung der Unterhaltsmittel in $69\frac{2}{3}$ Jahren nur $69\frac{2}{3}$ Prozent betragen, wärend die Vermehrung der Menschenzahl in demselben Zeitraume schon 100 Prozent erreichte. Bei solchen Verhältnissen der Fortschritte würden die Unterhaltsmittel immer knapper und knapper, bis die Noth endlich eine Entsittlichung erzeugte, worin das elende Menschengeschlecht sich selbst aufreiben müfste; auf dafs die spärlichen Überreste desselben, welche der sittlichen Sündflut zu entrinnen vermöchten, wiederum Raum gewönnen, einen Kreislauf von anfänglichem Überflusse, nachmals zureichendem Bedarf, und späterm Verarmen bis zum wiederholten Umsturze zu beginnen.

Aber weder die Natur der Sachen selbst, noch die vorhandnen Erfahrungen rechtfertigen eine solche Annahme. Mit den Fortschritten des Menschen in der Herrschaft über die Aussenwelt wächst auch sein Vermögen, diese Herrschaft zu erweitern: jede Entdeckung, jede Erfindung wird die Grundlage neuer Eroberungen in einem Gebiete, das unermefslicher erscheint, je weiter der Mensch darin vordringt. Auch die Macht des Menschen-Geschlechts über die Natur ist ein Kapital, das durch Zuschlag der Zinsen wächst. Hungersnoth und die Seuchen in ihrem Gefolge wurden nicht häufiger, sondern seltner, mit der Zunahme der Bevölkerung. In kleinen Landstrichen, Gebirgsthälern und Inseln, kann eine schnelle Zunahme der Volkszahl Zufuhr aus der Ferne, und bis diese gesichert wird, harte Entbehrungen, oder wo sie nicht möglich ist, Auswanderungen aufnöthigen: aber die grofsen selbstständigen Staaten erbaun überall ihre Nahrung selbst; und die Landwirthe haben niemals dringender Abwendung der Zufuhr von Aufsen verlangt, als eben seitdem die Volkszahl so reissend wächst. Der eigentliche Niederrhein, das ebne Land zu beiden Seiten des Rheins, nordwärts der Eiffel und des Westerwaldes, mit siebentausend Menschen auf der geographischen Quadratmeile, erbaut nicht nur das Getreide, dessen seine Bevölkerung bedarf; sondern versorgt noch jährlich das benachbarte unfruchtbare Gebirge, und führt in guten Jahren selbst noch Getreide nach Holland aus. Dennoch liegen auch in diesem dicht bewohnten Lande noch beträchtliche Strecken eines Bodens wüste, der wohl des Anbaues fähig ist; weil Kapitale bisher immer noch vortheilhafter in den fabrizirenden Gewerben angelegt werden können, (1) welche den Verbrauch von Bodenerzeugnissen fortwärend vermehren. Die Provinzen Ost- und Westflandern, die beim Ausbruche der belgischen Unruhen im Jahre 1830 im Durchschnitte gegen eilftausend fünfhundert Einwohner (2) auf der geographischen Quadratmeile hatten, bedürfen so wenig einer Getreidezufuhr

(1) Der Kreis Solingen, einer der bevölkertsten und gewerbthätigsten dieses Landestheils, hatte nach der von seinem Landrathe, dem Freiherrn v. Hauer, im Jahre 1832 herausgegebnen „statistischen Darstellung" desselben noch über 7,300 Morgen Haiden und Öden (S. 31 des gedachten Werks).

(2) Die Provinzen Ost- und Westflandern hatten auf zusammen 112,9439 geogr. Quadratmeilen 1,297,654 Einwohner, also durchschnittlich 11,490 auf der g. Q. M. (S. preufs. allg. Staatszeitung v. J. 1831. Nr. 20. wo diese Verhältnisse ausführlich verhandelt worden).

in gewöhnlichen Jahren, dafs sie vielmehr weiland den nördlichen Theil der Niederlande mit Getreide versehen halfen. Dieses Holland endlich selbst, das nur, weil es grofsentheils Wiesenboden ist, bisher regelmäfsig Getreide einführte, hat nicht nur längst aufgehört, der jährliche Abnehmer des Überschusses an Roggen zu sein, den Polen sonst in die Ostseehäfen sandte; sondern es bereitet in diesem Augenblicke — Herbst 1835 — eine Belastung der Getreidezufuhr vor, weil sein Ackerbau sich niedergedrückt fühlt durch die niedrigen Getreidepreise. Als Grofsbritannien in der Mitte des vorigen Jahrhunderts ohngefähr halb so viel Einwohner hatte, als jetzt, hob seine Regierung die Prämien auf, womit die Ausfuhr des Getreides war begünstigt worden, und gab dagegen die Einfuhr desselben frei. Seit dem letzten Kriege macht dagegen das britische Zollsystem die Getreideeinfuhr bei gewöhnlichen Erndten unmöglich; und was auch für die Veränderung dieses Systems sprechen möchte, es hat jedenfalls den Beweis durch die That geführt, dafs Grofsbritanien die verdoppelte Bevölkerung durch eignen Anbau zu nähren vermag.

Damit, und mit allen den ähnlichen Thatsachen, welche noch leicht aus dem jetzigen Zustande fast aller europäischen Staaten zu entnehmen wären, soll nur erwiesen werden, dafs die Annahme, worauf Malthus seine Besorgnisse gründete, rein willkührlich ist. Keinesweges aber soll behauptet werden: der Boden könne hinreichenden Unterhalt für jede Menschenzahl erzeugen, womit die Einbildungskraft ihn für die Zukunft bevölkert. Die einfache Wahrheit ist nur, dafs bisher in keinem grofsen selbstständigen Staate die Bevölkerung deshalb zu wachsen aufhörte, weil es an der Möglichkeit fehlte, den Unterhalt für dieselbe auf eignem Boden zu erzeugen. Wenn die grofse Masse des Volks in einigen dicht bevölkerten Ländern darbt, und in Elend versinkt: so entsteht das keinesweges aus der Unmöglichkeit, hinlängliche Nahrung für dieselbe zu erbauen; sondern nur aus ihrem Unvermögen, die Nahrungsmittel, welche erzeugt werden könnten, oder wohl gar wirklich schon erzeugt und vorräthig sind, zu bezahlen. Noch im Jahre 1834 sandte Irland zahlreiche Ladungen von Weizen und Gerste nach Alt-England zu derselben Zeit, wo bittrer Mangel unter seiner zahlreichen dürftigen Bevölkerung herrschte, weil die Kartoffeln fast gänzlich misrathen waren: und wärend London irisches Getreide verzehrte, sammleten seine Bewohner milde Beiträge, um den Gräueln einer Hungersnoth in Irland vorzu-

beugen. Zu der Zeit, als Malthus seine Lehre veröffentlichte, das ist im Anfange des jetzigen Jahrhunderts, galt eine Bevölkerung von dreitausend Menschen auf der geographischen Quadratmeile für die ansehnlichste, welche ein grofses Land im mittlern Europa etwan aus eignem Erbau ernähren könnte. Seitdem wurden theils vollständigere Zählungen angestellt, theils hat auch wirklich die Volkszahl sich sehr beträchtlich vermehrt; und es wird jetzt willig zugegeben, dafs im Durchschnitte wohl auch Nahrung für sechstausend Menschen auf der Quadratmeile gebaut werden könnte, wenn nur Kapital genug vorhanden wäre, um den Landbau so weit zu verbessern. Nicht über die Unmöglichkeit mehr Getreide zu erbaun wird geklagt, sondern über die Unmöglichkeit, das erbaute zu lohnenden Preisen abzusetzen; und kräftige Landwirthe erweitern den Anbau von Handelsgewächsen, Ölpflanzen, Tabak und Futterkräutern, um den Boden höher zu nutzen, als durch Getreidebau, dem es, der täglichen wachsenden Volkszahl ohngeachtet, an Abnehmern mangelt.

So wenig ein solcher Erfolg vor dreifsig Jahren auch nur geahnet wurde, so wenig vermögen wir jetzt zu ahnen, wie sich das Leben in dreifsig Jahren gestalten wird. Wir müssen als möglich ansehen, dafs binnen dieses Zeitraums oder eines wenig längern, die Bevölkerung sich wieder um funfzig Prozent vermehren kann, wie sich dieselbe seit dem Anfange dieses Jahrhunderts, schwerer Kriege ungeachtet, wirklich vermehrt hat. Wir sehen auch jetzt eben so wenig ein, wie der Unterhalt für diese Vermehrung der Volkszahl gewonnen werden solle, als wir vor dreifsig Jahren einsahen, wie der Unterhalt für die jetzt vorhandne Menschenzahl beschafft werden könne. Aber alle Erfahrungen, welche ein unbefangner Blick auf das Leben darbeut, ergeben, dafs bis jetzt die Vermehrung der Volkszahl nur eine Verbesserung des Zustandes der Völker zur Folge hatte; und berechtigen daher zu dem Vertrauen, dafs auch die künftigen Generationen gleichen Vortheil aus den Fortschritten der Bevölkerung zu ziehen wissen werden.

Ein unbefangner Blick auf das Leben! — Denn allerdings ertönen bittre Klagen über sinkenden Wohlstand und reissende Zunahme der Verarmung, welche den schneidendsten Gegensatz mit der unverkennbaren Erscheinung bilden, dafs in Städten und Dörfern an die Stelle baufälliger enger und ungesunder Hütten jährlich mehr neue, geräumige und bequeme Wohnhäuser treten; dafs die Viehheerden sich vermehren und besonders veredeln;

dafs der Ackerbau kräftiger und verständiger betrieben wird; dafs die Zahl der Kunststrafsen jährlich zunimmt; dafs alle Anstalten für die Sicherheit, Bequemlichkeit und Annehmlichkeit des Lebens sich in schnellem Fortschritte verbessern; dafs endlich zu jeder neuen grofsartigen Unternehmung, welche Gewinn verspricht, Aktienkäufer sich drängen; und dafs in zinstragenden auf Inhabern gestellten Papieren Summen belegt sind, die jede Vorstellung von vorhandnem verfügbarem Kapitale übersteigen, welche die kenntnifsreichsten Männer nur erst vor funfzig Jahren von dem Betrage derselben hatten. Diesen Erscheinungen werden indefs drei allerdings auch ganz unläugbare Thatsachen entgegengesetzt, nämlich:

die Zunahme der Ansprüche auf Unterstützung der Armen;

das Sinken des Einkommens aus einem bestimmten Boden oder Kapital-Besitze;

und die wachsende Schwürigkeit, ohne grofse und daurende Anstrengung bequemes Auskommen zu finden.

Diese drei Thatsachen beweisen jedoch in der That etwas ganz Andres, als fortschreitende Verarmung.

Es ist eine Grundbedingung aller Fortschritte des Wohlstandes und der Bildung, dafs Jeder, der Erwerbsmittel besitzt, diese so hoch, als immer möglich, benutze; und der Mensch verfolgt diesen allgemeinen Zweck um so emsiger und wirksamer, je mehr Bildung er bereits erworben hat, und je richtiger er demnach seine Stellung im Leben beurtheilt. In dieser Beziehung besteht ein Übergewicht auf Seiten der gebildeten Stände, welches eine natürliche Vormundschaft über die ungebildeten begründet, auf deren redlicher Führung das Glück der Welt beruht. Es sei ferne die gewöhnlichen Klagen zu wiederholen, dafs diese Vormundschaft nicht immer redlich geführt worden. Wo diese Klagen gegründet sind, haben unverständige Vormünder sich selbst noch mehr geschadet, als ihren Mündeln. Wie viel auch mehr hätte geschehen können: es ist unläugbar, die zahlreiche Klasse der Handarbeiter hat die Ansprüche, welche sie machen darf, richtiger würdigen gelernt. Ganz abgesehen von unstatthaften Forderungen, der natürlichen Folge noch immer unzureichender Fortschritte der Erziehung, verlangt die verständigere Mehrheit mit Recht soviel Lebensbedarf und Lebensgenufs, als auf der zeitigen Kulturstufe zur Führung eines wahrhaft menschlichen Lebens gehört: beides mufs gewährt werden, wenn so viel und so

gute Arbeit verrichtet werden soll, als der Arbeiterstamm zu schaffen vermag. Jedoch ist in der Regel die Bildung noch nicht soweit vorgeschritten, dafs die Mittel, diesen Lebensbedarf und Lebensgenufs zu kaufen, unbeschränkt zur freien Verfügung der Arbeiter gestellt werden dürften. Der Erwerb, welcher als Arbeitslohn in ihren Händen bleibt, ist gemeinhin nur hinreichend für den unentbehrlichen Bedarf des Tages: aber was sie aufsparen sollten für aufserordentliche Ausgaben, zum Übertragen von Unfällen, zufälligem oder periodischem Ausbleiben gewohnten Erwerbs, Krankheiten, Altersschwäche; was sie verwenden sollten zur Erziehung, zum Unterricht und zur Ausstattung ihrer Kinder; grofsentheils ihre Beiträge zur Unterhaltung der Gemeine und Staats-Anstalten, deren Früchte sie nicht minder als die Gebildeten geniefsen; das Alles wird von den gebildeten Ständen aufserdem aufgebracht, und trägt einem grofsen Theile nach die Benennung eines Beitrags zur Armenpflege. Es ändert das Verhältnifs nicht wesentlich, dafs keinesweges blos diejenigen zu solcher Armenpflege beitragen, welche die Arbeiter unmittelbar anstellen; sondern auch diejenigen, welche das Erzeugnifs ihrer Arbeit verbrauchen, und ebendeshalb mit Recht zur Armenkasse steuern, weil sie eben des geringen Arbeitslohns wegen ihren Bedarf auch wohlfeiler kaufen. Allerdings wird nicht jede milde Gabe zu solcher Armenpflege verwandt; aber streng gerechnet gewifs der bei weitem gröfste Theil dessen, was aus öffentlichen und Privat-Kassen als Armenunterstützung gezahlt wird. Es kann der menschlichen Eitelkeit wohl nachgesehen werden, dafs die gebildeten Stände als aus ihrem Eigenthum freiwillig hergegeben betrachten, was in der That nichts anders ist, als schuldige und nothwendige Ergänzung wohlverdienten Arbeitslohnes. Nur darf daraus keine Zunahme des Verarmens gefolgert werden, dafs diese sogenannten Unterstützungen in dem Maafse wachsen, worin der Verbrauch von unzureichend bezahlter Arbeit wächst; theils weil bei zunehmender Wohlhabenheit mehr Arbeiten und Dienste gebraucht, theils weil bei zunehmender Bildung die Ansprüche des Arbeiterstamms auf Lebensbedarf und Lebensgenufs richtiger gewürdigt werden.

Wäre die Arbeiterklasse schon gebildet genug, ihr gebürendes Einkommen selbstständig zu verwalten, so wäre Malthus Vorschlag, alle gesetzliche Verpflichtung zur Unterhaltung der Armen aufzuheben, sehr verständig: denn jede redliche Vormundschaft mufs allerdings dahin trachten,

den Mündel zur Selbstständigkeit heranzuziehn. Es würde dann die Nothwendigkeit, viele und gute Arbeit zu erhalten, die Zahlung eines zureichenden Arbeitslohnes erzwingen. Aber von dieser Bildungsstufe sind wir noch weit entfernt; und es kann nur mittelst einer richtigen Einsicht in die Natur des Armenwesens dahin gewirkt werden, den Arbeiter fortschreitend zur höhern Selbstständigkeit zu erziehn. Wollten wir alle Unterstützungen durch eine geregelte öffentliche Armenpflege sofort einziehn, und alle diejenigen, welche deren bedürfen, für unnütze lästige Kostgänger erklären: so würde bald ein gänzlich unhaltbarer Zustand entstehen, welcher die gebildeten und wohlhabenden Stände mit grofsen Kosten und bitterm Ungemach darüber belehren würde, wie viele nur deswegen als Arme erscheinen, weil die Frucht ihrer Arbeit noch nicht vollständig zu ihrer freien Verfügung gestellt werden will und darf.

Es ist nothwendig, dafs derjenige, welcher seinen Naturfond oder seinen Vorrath zur Verrichtung von Arbeiten daran hergiebt, einen Theil der Früchte dieser Arbeiten erhalte: denn in dem Einkommen, welches daraus entsteht, und hier mit dem Namen Rente bezeichnet werden mag, liegt der mächtigste Reiz, vorhandnen Naturfond zu erhalten, Vorrath aufzusparen, und beides möglichst nutzbar zu machen. Da das Menschengeschlecht immer mehr Naturfond unter seine Herrschaft zu bringen, und zu benutzen, immer mehr Vorräthe zu sammeln, und aufzubewahren lernt: so müfste beides, so wie es häufiger wird, auch wohlfeiler werden, wenn nicht der Bedarf von Arbeiten ebenfalls fortschreitend mit der Bevölkerung und Wohlhabenheit wüchse. Insofern erhöhter Reiz, Naturfond und Vorrath zur Benutzung zu bringen, die Macht des Menschen über äufsre Güter zu erweitern strebt; und insofern wirksame Nachfrage nach Arbeit die Möglichkeit sie zu bezahlen, also Wohlstaud, voraussetzt: insofern mag ein Steigen des Rentesatzes, bei Kapitalen beispielsweise des Zinsfufses, im ersten Aufschwunge der Gewerbsamkeit für ein günstiges Ereignifs gelten. Aber hohe Rentesätze verleiten auch Viele, die Kraft genug zur Arbeit hätten, sich derselben zu entziehn, und bei geringem Kapital oder Crund-Besitze ein müfsiges Rentenirer-Leben zu führen. Solche kleine Rentenirer versinken leicht in Armut und Elend, wenn der hohe Rentesatz fällt, worauf allein die Möglichkeit ihres Bestehens sich gründet. Auch Viele, welchen alsdann noch ein nothdürftiges Auskommen bleibt, werden doch schmerzlich berührt durch die

Nothwendigkeit, gewohnten, nun zu kostbar gewordnen Genüssen zu entsagen. Bittre Klagen über Verarmung entstehn daher unvermeidlich, wenn der Rentesatz sinkt. Aber hohe Rentesätze können nur anhaltend bestehen, wenn die begonnene Gewerbsamkeit nicht fortschreitet. Nur Unsicherheit oder beschränkende Privilegien können die groſsen Kapitalisten abhalten, ihre Gelder anznlegen, wo sich ein hoher Zinsfuſs eingestellt hat, und einige Ausdauer verspricht; dieses Zuströmen bringt ihn jedoch nothwendig herab. Ein Fabrik- oder Handels-Geschäft, welches den Aktien-Inhabern hohe Dividenden abwirft, regt bald eine Mitbewerbung auf, welche den Rentesatz herabbringt. Selbst wo Mitbewerbuug unmöglich bleibt, genieſsen nur diejenigen die hohe Rente, welche die Aktien aus erster Hand empfingen; bei jedem Ankaufe werden sie im Verhältnisse des höhern Ertrages auch höher bezahlt: und es sind alsdann selbst groſse Verluste möglich, wenn später die Gewerbsamkeit sich neue Bahnen bricht. Hohe Grundrenten entstehn zuweilen durch auswärtigen Ankauf der Bodenfrucht, und sinken nur um so unrettbarer, je weniger ein sichrer inländischer Absatz vorbereitet ist, wenn diese wandelbare Begünstigung aufhört. In der Regel beruht die Möglichkeit, dem Ausländer annehmliche Preise zu stellen, und dabei dennoch eine hohe Rente zu beziehn, auf dem Niederhalten des Arbeitslohnes. Dabei gewöhnt der Arbeiterstamm sich leicht an eine schlaffe Genügsamkeit, und verlernt eine Verbesserung seines Zustandes durch erhöhte Thätigkeit zu erringen. In solchem Falle bleibt das Land wesentlich arm, ohngeachtet beträchtlicher Zuflüsse von auſsen, weil die groſse Masse des Volks nur soviel arbeitet, als eben hinreicht, ein armseliges Leben zu fristen: und die Grundherrn verarmen zulezt nicht minder, weil der vorübergehende Reiz einer hohen Rente sie verleitete, die Gründung eines inländischen Absatzes durch Erwecken der Gewerbsamkeit des zahlreichen Arbeiterstammes zu versäumen.

Der steigende Werth von Grundgerechtigkeiten, und von Bauplätzen bei rasch aufblühenden Ortschaften hat Einige oftmals schnell bereichert, doch nur auf Kosten derjenigen, welche die Zinsen des Kaufpreises durch ihre Arbeit erwerben muſsten: die Erschwerung der Gewerbsamkeit und des Lebensgenusses, welche aus der Stiftung solcher Renten hervorgeht, ist jedenfalls ein Nachtheil, den der scheinbare Gewinn des Rentenirers nicht vergütet.

Es ist vielmehr ein Zeichen des Fortschreitens zum allgemeinern und dauerhaften Wohlstande, als des Verarmens, wenn der Rentesatz in allen solchen Fällen sinkt, obwohl die Verluste des gewohnten leichten Einkommens die Rentenirer empfindlich treffen, und selbst auf den Wohlstand zahlreicher Arbeiterklassen störend einwirken, welche der Aufwand und Verkehr dieser Rentenirer bisher ernährte. Die wahre Besserung erwächst im Besitze der äufsern Güter nicht minder, als im Reiche der Sittlichkeit, sehr oft aus Trübsalen. Je blinder die Sicherheit war, womit die leicht bethörte Selbstsucht lockenden Gewinn auf Abwegen verfolgte; desto tiefer ist die Entmuthigung, welche darauf folgt: aber sie darf uns nicht verleiten, die Morgenröthe bessrer Tage für einen Widerschein zerstörender Brände zu halten.

Dafs es der Mittelmäfsigkeit schwerer wird, bequemes Auskommen ohne daurende Anstrengung zu erlangen, berührt allerdings die zahlreiche Klasse der Mittelmäfsigen sehr schmerzlich, und erzeugt sehr verbreitete Klagen über Mangel an Gelegenheit zu rechtlichem Erwerbe und Schmälerung des Lebensgenusses durch übermäfsige Mitwerbung.

Es ist zu natürlich, dafs der Mensch sein eignes Verdienst und seinen Anspruch an das Leben höher anschlägt, wie seine Genossen ihm zugestehn wollen: als dafs nicht zu allen Zeiten ähnliche Klagen geführt worden wären. Diese Klagen wurden vormals mehr beachtet als jetzt: und es gehört nur wenig Kenntnifs der ältern Verfassungen der verschiednen Stände vom Ritter bis zum Lastträger dazu, um die Überzeugung zu gewinnen, wie viel mehr vormals geschahe, um die Mitwerbung zu beschränken, und den Bevorrechteten jeder Klasse ihren Besitzstand zu sichern.

Anordnungen in diesem Geiste begünstigen die Einen auf Kosten der Andern, und das Urtheil über ihren Werth ist deshalb nothwendig getheilt. Entscheiden kann hier nur die Rücksicht auf Beförderung der öffentlichen Wohlfahrt. Die Freiheit der Bewerbung fordert jede Kraft auf, sich im Kampfe zu versuchen; und sofern die höhere sittliche Kraft siegt, ist der Gewinn für das Gemeinwohl unzweifelhaft. Aber nicht alle Kräfte, wodurch — sei es auch nur zeitlich und vorübergehend — der Sieg errungen werden kann, sind sittliche. Wo die Wahrscheinlichkeit überwiegt, dafs unsittliche Kräfte vorwaltend wirksam sein werden, wird es Pflicht: keinen freien Kampf zu gestatten, sondern dem Bedürfnisse möglichst abzuhelfen

unter Beschränkungen, welche die Gefährdung der Sittlichkeit bei dessen Befriedigung hindern. Diese Wahrheiten sind allgemein anerkannt. Unter gebildeten Völkern besteht nirgend weder eine unbedingte Freiheit der Mitwerbung für jedes Geschäft, noch ein unbedingtes Ausschliefsen derselben: was wir unter den Benennungen Gewerbefreiheit und Gewerbezwang als Gegensätze behandeln, sind nur dem Grade nach verschiedne Formen der zuläfsigen Mitbewerbung.

Es bezeichnet demnach Vertrauen auf die Zunahme der Sittlichkeit, wenn die Mitwerbung in Gewerben und Geschäften erweitert wird; und aus dieser Ansicht ist es jedenfalls ein günstiges Zeichen der Zeit, dafs die Regierungen sich im Allgemeinen zu solchen Erweiterungen hinneigen. Wäre das Vertrauen hierin irgend wo voreilig erweitert worden; so wird es allerdings wieder beschränkt werden müssen: aber die Gränze dieser Beschränkungen darf eben so wenig von den Anträgen derer, welche die Mitwerbung scheuen, als von den Wünschen derer, welche sie suchen, sondern allein von der unbefangenen Erwägung des allgemeinen Wohls abhängen.

Nicht allein Verarmung, sondern auch Verminderung der Dauer des menschlichen Lebens soll aus den Fortschritten der Bevölkerung hervorgehn. Malthus hat diesen Satz auf die Bahn gebracht, und mit mehr Mäfsigung, als einige seiner Nachfolger, vertheidigt. Sein Vortrag ist auch hier, wie überall, nicht sowohl wider die Zunahme der Volkszahl, als vielmehr wider die gewöhnlichen Mittel sie zu befördern gerichtet.

Schon einmal ist in diesem Aufsatze bemerkt worden, dafs ein gleicher Fortschritt der Bevölkerung bei sehr verschiednen Verhältnissen der Geburten und Todesfälle stattfinden könne. So wird beispielsweise die jährliche Zunahme jedenfalls ein Prozent betragen, wenn auf hundert Lebende durchschnittlich

Fünf geboren werden und Vier sterben,
Vier geboren werden und Drei sterben,
Drei geboren werden und Zwei sterben.

Im ersten Falle stirbt von 25, im andern von $33\frac{1}{3}$, im dritten von 50 gleichzeitig Lebenden jedes Alters im Durchschnitte jährlich Einer.

Der Fall, worin bei der geringsten Anzahl von Gebornen und Gestorbnen der gleiche Fortschritt erlangt wird, gilt Malthus unbedingt für den bessern. Offenbar besteht in solchem Falle ein kleinerer Theil des Volks

aus Kindern, welche Unterhalt, Pflege und Erziehung bedürfen, ohne gleichzeitig durch ihre Arbeit eine hinlängliche Vergütuug dafür zu leisten. Der Aufwand, welchen die Nation auf den Ersatz der Gestorbnen und auf Erzeugung des jährlichen Zuwachses machen mufs, ist daher ein geringerer; und dieses ist unstreitig ein sehr erheblicher Gewinn. Nachtheilig könnte ein solches Verhältnifs nur insofern werden, als es eine widernatürliche Seltenheit der Ehen, oder eine widernatürliche Unfruchtbarkeit derselben voraussetzte. Malthus denkt an diesen Nachtheil nicht; gleichwohl hat Jedermann Anspruch auf das Glück des häuslichen Lebens. Auch hat die Verspätung der Ehen über ein gewisses Maafs hinaus eben sowohl Nachtheile, als eheliche Verbindungen vor den Jahren, worin Körper und Geist die volle Reife gewonnen haben. Die Jahre, worin der Mensch Lehre, Rath, Warnung und Trost bedarf, um zur selbstständigen sittlichen Ausbildung zu gelangen, reichen weit über die Kindheit hinaus: selbst nach gänzlich vollendeter Erziehung behält der Beistand der Eltern grofsen Werth; namentlich bei der Anstellung einer eignen Wirthschaft, und bis das häusliche Glück des neuen Paares befestigt ist. Verspätete Ehen hinterlassen aber meist unversorgte, oft sogar noch unerzogne Kinder. Dafs jährlich nur drei auf hundert Lebende geboren werden, dürfte schon das Äufserste sein, was in den Verhältnissen eines grofsen, kräftigen und gewerbthätigen Volks mit billigen Anforderungen auf Familienglück zu vereinigen sein möchte. Dabei kommt auf sechs bis sieben stehende Ehen jährlich ein Kind, je nachdem achtzehn bis einundzwanzig stehende Ehen auf hundert Lebende angenommen werden. Die gewöhnliche Vergleichung der Anzahl der neugebornen Kinder mit der Anzahl der neugeschlofsnen Ehen giebt keinen sichern Anhalt, die Fruchtbarkeit der Ehen zu beurtheilen. Es kommt hier nicht an auf die Anzahl der Heirathen in einem gegebnen Zeitraume, sondern auf die Anzahl der stehenden Ehen, welche nicht allein von der Zahl der Heirathen, sondern auch von dem Lebensalter, worin diese geschlossen werden, und von der Dauer des Lebens der Verehlichten abhängt.

Eine Sterblichkeit, welche erheblich weniger, als ein Funfzigtheil der Lebenden jedes Alters und Standes zusammengenommen jährlich beträgt, liegt aufser den Gränzen der Wahrscheinlichkeit, und dürfte höchstens vorkommen unter ganz besondern Verhältnissen einzelner Ortschaften und Gegenden, welche niemals in grofsen Staaten allgemein werden können. An

Nachrichten, welche dieser Bemerkung entgegenstehn, wird die Kritik ihr Amt nicht leicht fruchtlos verwalten. Dieses vorausgesetzt, und drei Geburten jährlich auf hundert Lebende als das Kleinste angenommen, werden alle Fälle, worin die jährliche Zunahme der Volkszahl über ein Prozent beträgt, ein Verhältnifs der Geburten zu den Todesfällen gestatten, worin die geringste Sterblichkeit stattfinden könnte, ohne das kleinste Maafs der Neugebornen zu bedingen. So müfsten beispielsweise bei einer jährlichen Volksvermehrung

von $1\frac{1}{2}$ Prozent auf $28\frac{4}{7}$ Lebende
von 2 Prozent auf 25 Lebende
von $2\frac{1}{2}$ Prozent auf $22\frac{2}{9}$ Lebende
von 3 Prozent auf 20 Lebende

Einer jährlich geboren werden, wenn die Sterblichkeit gleichzeitig Einer von Funfzigen bleiben sollte.

In der Erfahrung zeigen sich nun solche Verhältnisse nicht, und dieses ist auch in den natürlichen Gesetzen der Sterblichkeit selbst gegründet. Könnte wirklich als Äufserstes angenommen werden, dafs von den Neugebornen mit Einschlufs der bereits vor und in der Geburt Gestorbnen nur ein Sechstheil im ersten Lebensjahre stürbe, und also noch fünf Sechstheile das erste Lebensjahr überschritten; und dafs aufser dem Verluste, welcher hierdurch entsteht, nur ein Siebzigtheil der Lebenden durchschnittlich jährlich stürbe: so würde unter dem vorstehend angenommnen vortheilhaftesten Verhältnisse der Geburten zu den Todesfällen jährlich Einer sterben

bei einer jährl. Vermehrung der Volkszahl von			
1 Prozent	von	51,35	Lebenden
« $1\frac{1}{2}$ «	«	49,70	«
« 2 «	«	47,73	«
« $2\frac{1}{2}$ «	«	45,90	«
« 3 «	«	44,21	«

Diese Zunahme der Sterblichkeit würde erfolgen, ohne dafs derjenige Theil derselben, welcher sich nicht auf die Anzahl der Neugebornen bezieht, auch nur im mindesten zunähme.

Indessen ist dieses nur ein sehr oberflächlicher Überschlag. Auch im zweiten und dritten Lebensjahre ist die Sterblichkeit in Folge der Schwäche der Kindheit noch sehr beträchtlich; und ein Volk, welches in der Bevöl-

kerung schnell fortschreitet, wird auch unter den günstigsten Verhältnissen eine beträchtlich gröfsre Sterblichkeit haben als hier berechnet worden ist, weil die Kinder ein Theil der Volkszahl sind, der mit der Schnelligkeit der Volksvermehrung unter übrigens gleichen Umständen wächst.

Von derjenigen Zunahme oder Abnahme der Sterblichkeit, welche daraus entsteht, dafs sich das Verhältnifs der Kinder zu der Gesammtzahl der ganzen Bevölkerung ändert, ist die Dauer des menschlichen Lebens an sich nur in so weit abhängig, als eine gröfsere Anzahl der Frauen im gebärungsfähigen Alter den Gefahren der Schwangerschaft und ihrer Folgen ausgesetzt wird. Dagegen ist keinesweges als nothwendig anzusehen, dafs häufigere und fruchtbarere Ehen die Mühseligkeiten und Kümmernisse des Volks bis zur Verkürzung der Lebensdauer vermehren. Das häusliche Leben hat neben seinen Sorgen auch seine Freuden: die Ehe ist überhaupt ein naturgemäfser Zustand, und soweit die Beobachtungen hierin reichen, leben Verehlichte im Durchschnitte länger als Unverehlichte. Es kann nicht bezweifelt werden, dafs vieles Elend aus unvorsichtig geschlofsnen und geführten Ehen, namentlich auch aus dem rücksichtslosen Erzeugen von Kindern entsteht, welche zu kräftigen und sittlichen Menschen aufzuziehn, den Eltern hinreichende Mittel mangeln. Daraus aber folgt keinesweges, dafs die Völker glücklicher sind, und namentlich eines längern kräftigen Lebens geniefsen, wenn überhaupt unter ihnen weniger Kinder erzeugt werden: sondern nur, dafs dem Unverstande, der Unsittlichkeit und der Trägheit abgeholfen werden müsse, welche das häusliche Leben vergiften. Am wenigsten läfst es sich rechtfertigen, wenn den gebildeten und wohlhabenden Ständen wohlfeilere Arbeit dadurch verschafft werden will, dafs dem Arbeiterstamme die Erlaubnifs zu heirathen erschwert werden soll, weil der Theil des Arbeitslohnes, der ihm zu freier Verfügung ausgezahlt wird, nicht hinreicht, seine Kinder zu erziehn, und deshalb eine Ergänzung dieses Lohnes durch Unterhaltung von Freischulen und durch Zuschüsse unter dem Titel von Almosen nothwendig wird. Der Arbeiterstamm hat eben sowohl ein Anrecht auf die Freuden des häuslichen ehelichen Lebens, als die gebildeten Stände: die Vertheilung der Früchte redlicher und verständig geleiteter Arbeiten ist nur dann gerecht, wenn sie dieses Anrecht beachtet: die Gesetzgebung weiser und kräftiger Regierungen kann nicht dahin gerichtet sein, dasselbe

zu Gunsten derer zu schmälern, die — wie hoch sie auch ihre Bildung selbst anschlagen möchten — doch noch ungebildet genug sind, es zu verkennen.

Die Sterblichkeits-Tabellen, woraus erwiesen werden will, dafs die Dauer des menschlichen Lebens abnehme, wenn die Bevölkerung schneller fortschreitet, sind ganz untauglich, einen solchen Beweis zu führen. Sie beruhn nämlich sämmtlich auf der Voraussetzung, dafs sich die Bevölkerung seit der längsten Dauer eines Menschenlebens, das ist ohngefähr seit einem Jahrhunderte, in einem Beharrungszustande befunden habe. Diese Voraussetzung ist aber für unser Zeitalter und unsern Bildungsstand so ganz unbegründet, dafs vielmehr wenigstens eine Verdoppelung der Volkszahl in Europa wärend der letztverflofsnen hundert Jahre wahrscheinlich wird. Zu wahren Sterblichkeits-Tabellen würde man nur gelangen, wenn die Zahl der vorhandnen Menschen nach eben den Altersklassen und mit derselben Zuverläfsigkeit jährlich aufgenommen werden könnte, womit die Zahl der Gestorbnen aus den Kirchenbüchern entnommen wird. Nur alsdann könnte man mit Sicherheit angeben, wie sich die Zahl der Lebenden zu der Zahl der Gestorbnen in jeder einzelnen Altersklasse jährlich verhalten hat. Die Zusammenstellung dieser Angaben aus einer Reihe von Jahren würde dann sichre Schlüsse auf die Veränderungen der Dauer des menschlichen Lebens begründen.

Aber der Zustand der Polizei-Anstalten und der Verwaltung der Ortsgemeinen ist noch nicht so weit vorgeschritten, um die zuverläfsige jährliche Aufnahme von solchen Zählungen zu gestatten: so leicht die Sache auch im Einzelnen erscheint, so bleibt sie doch in grofsen Staaten noch unausführbar. Im preufsischen Staate werden die Einwohner jetzt am Ende jedes dritten Jahres, und nur nach drei Altersklassen — Untervierzehnjährig, Übersechzigjährig, und was zwischen diesen beiden liegt — gezählt. Die so sehr ermäfsigten Anforderungen, welche hierdurch an die Vorstände der Ortsgemeinen ergehen, werden doch nur mit Schwürigkeit befriedigt; und jede neue Zählung giebt Anlafs zu Bemerkungen über die Unvollständigkeit der nächstvorhergegangnen. Allerdings nimmt diese Unsicherheit ab, und besteht nur noch in einem Maafse, worin die Ergebnisse der Zählungen im Grofsen und Ganzen schon als brauchbare Näherungen erscheinen. Es kann

daher auch durch Zusammenstellungen, wie die anliegende ([1]) aus den funfzehn Jahren, vom Ende des Jahres 1819 oder Anfange des Jahres 1820 bis zum Ende des Jahres 1834, wohl eine Übersicht gegeben werden, auf welche Fehlschlüsse die Voraussetzungen führen, worauf gewöhnliche Berechnungen der Lebensdauer beruhn.

Nach der anliegenden Zusammenstellung haben in den eben erwähnten funfzehn Jahren im preufsischen Staate

3,834,480 Menschen das vierzehnte Lebensjahr vollendet, und sind in das funfzehnte übergegangen:

Gleichzeitig haben

1,284,182 Menschen das sechzigste Lebensjahr vollendet, und sind in das einundsechzigste übergegangen.

Hätte seit den letzten fünfundsiebenzig Jahren ein Beharrungszustand in der Bevölkerung der Länder statt gefunden, woraus der preufsische Staat jetzt besteht: so würde die Folgerung gerechtfertigt sein, dafs nur sehr wenig über ein Drittheil der Menschen, welche aus den Kinderjahren treten, indem sie das vierzehnte Lebensjahr überschreiten, die Vollendung des sechzigsten Jahres erlebt. Allein diejenigen, welche in dem vorhin bezeichneten Zeitraume das vierzehnte Jahr überschritten, wurden im Laufe der Jahre 1806 bis mit 1820 geboren: diejenigen dagegen, welche gleichzeitig das sechzigste Lebensjahr überschritten, sind im Laufe der Jahre 1760 bis mit 1774 geboren worden, wo jedenfalls die Einwohnerzahl der Länder, welche jetzt dem preufsischen Staate angehören, sehr viel geringer war, als in den Jahren 1806 bis mit 1820. Es ist daher einleuchtend, dafs unter den Bedingungen, wovon seit 1760 die Dauer des menschlichen Lebens abhing, in den Jahren 1820 bis mit 1834 sehr viel mehr Menschen in dem vom sechzigsten zum einundsechzigsten Jahre übergehenden Lebensalter vorgefunden worden wären, wenn die Bevölkerung in den Jahren 1760 bis 1774 schon eben so dicht gewesen wäre, als jetzt. Dann aber würde das Urtheil über die Dauer des menschlichen Lebens, welches aus dem Verhältnisse der Menschenzahl in jenen beiden Altersstufen gefolgert werden möchte, sehr viel günstiger ausfallen, als es aus dem jetzt vorgefundnen Verhältnisse derselben erscheint.

([1]) Am Schlusse dieser Abhandlung beigefügt.

Die Jahre 1760, 61 und 62 fallen in das Ende des siebenjährigen Krieges, der einen grofsen Theil von Deutschland in tiefem Elende zurückliefs. Die Jahre 1763, 64 und 65 konnten diesen Zustand nur langsam verbessern: denn grofse Noth veranlafsten noch die nachblutenden Wunden, welche der Krieg geschlagen hatte; die Verluste, welche das Verrufen des schlechten Geldes erzeugte, das wärend des Krieges in Umlauf gebracht worden war; die Verwilderung der Menschen, die aus den Freikorps und Trains wieder in die bürgerlichen Verhältnisse zurücktraten; die grofse Verminderung des Viehstandes, der nur allmälich durch Zuzucht ergänzt werden konnte. Als diese Noth überwunden war, gedieh Gewerbsamkeit, und mit ihr Bevölkerung, besser in den sechs Jahren 1766 bis mit 1771. Nun aber trat die berüchtigte Theurung im Jahre 1772 ein, wo der Dresdner Scheffel Roggen im sächsischen Erzgebirge auf dreizehn Thaler Konventionsgeld stieg, und Friedrich der Zweite nur eben die Schrecken der äufsersten Hungersnoth durch Öffnung der in den Festungen aufbewahrten Kriegsmagazine abzuwehren vermochte. Die Länder bedurften der Jahre 1773 und 1774, sich davon zu erholen.

Der Einflufs dieser wechselnden Verhältnisse auf die Zahl der Geburten in den Jahren 1760 bis mit 1774 zeigte sich noch nach sechzig Jahren in der Anzahl derer, welche das sechzigste Lebensjahr überschritten. Nach der Beilage waren ihrer

in den Jahren 1820, 1821, 1822
sechzig Jahre nach 1760, 1761, 1762 216,847
in den Jahren 1823, 1824, 1825
sechzig Jahre nach 1763, 1764, 1765 236,324
in den Jahren 1826, 1827, 1828
sechzig Jahre nach 1766, 1767, 1768 267,185
in den Jahren 1829, 1830, 1831
sechzig Jahre nach 1769, 1770, 1771 291,100
in den Jahren 1832, 1833, 1834
sechzig Jahre nach 1772, 1773, 1774 272,726

Diese Betrachtungen lassen sich auch auf diejenigen anwenden, welche gleichzeitig das vierzehnte Lebensjahr überschritten. Der Anlage nach waren ihrer

in den Jahren 1820, 1821, 1822
vierzehn Jahre nach 1806, 1807, 1808 661,192
in den Jahren 1823, 1824, 1825
vierzehn Jahre nach 1809, 1810, 1811 728,312
in den Jahren 1826, 1827, 1828
vierzehn Jahre nach 1812, 1813, 1814 724,251
in den Jahren 1829, 1830, 1831
vierzehn Jahre nach 1815, 1816, 1817 841,695
in den Jahren 1832, 1833, 1834
vierzehn Jahre nach 1818, 1819, 1820 879,030

Die Geschichte der Jahre 1806 bis 1820 ist zu neu, als dafs es einer Hinweisung auf den Einflufs bedürfte, den sie auf die Zahl der gleichzeitigen Geburten äufsern mufste; und dessen Spuren erst mit dem Aussterben aller in diesem Zeitraume Gebornen aus den Sterberegistern verschwinden werden.

Solche Thatsachen aber mögen die Zuversicht mindern, womit aus allerdings mühsam zusammen getragnen Nachrichten von sehr ungleicher Zuverläfsigkeit Folgerungen gezogen werden wollen, die zu Beschränkungen des Anrechts auf häusliches Glück verleiten können, welches auch der grofsen Masse derer gebürt, deren Einkommenquelle nur in ihren persönlichen Kräften liegt: obwohl Malthus, und seine zuweilen weniger vorsichtigen Nachfolger, nicht Störung, sondern Befestigung des häuslichen Glücks beabsichtigten, und nur vor denjenigen Irrwegen warnen wollten, worauf es das vorige Jahrhundert zu fördern versuchte.

Beilage.



Im preufsischen Staate, jedoch mit Ausschlufs der Fürstenthümer Neuchatel und Lichtenberg wurden gezählt bei Jahresschlusse:

A. Kinder, welche das vierzehnte Lebensjahr noch nicht überschritten hatten —

in den Jahren	männlich	weiblich	überhaupt
1819	1,953,580	1,910,276	3,863,856
1822	2,119,817	2,088,926	4,208,743
1825	2,256,976	2,230,485	4,487,461
1828	2,367,200	2,343,893	4,711,093
1831	2,390,498	2,377,234	4,767,732
1834	2,419,013	2,402,202	4,821,215
Summe	13,507,084	13,353,016	26,860,100
Durchschnitt	2,251,181	2,225,503	4,476,684

B. Übervierzehnjährige, die das sechzigste Lebensjahr noch nicht überschritten hatten —

in den Jahren	männlich	weiblich	überhaupt
1819	3,189,638	3,333,803	6,523,441
1822	3,309,223	3,419,640	6,728,863
1825	3,455,056	3,555,596	7,010,652
1828	3,572,360	3,656,421	7,228,781
1831	3,717,378	3,765,875	7,483,253
1834	3,891,483	3,957,500	7,848,983
Summe	21,135,138	21,688,835	42,823,973
Durchschnitt	3,522,523	3,614,806	7,137,329

C. Übersechzigjährige —

in den Jahren	männlich	weiblich	überhaupt
1819	350,902	346,794	697,696
1822	359,282	367,245	726,527
1825	374,231	384,381	758,612
1828	387,203	399,033	786,236
1831	384,994	402,981	787,975
1834	390,245	414,331	804,576
Summe	2,246,857	2,314,765	4,561,622
Durchschnitt	374,476	385,794	760,270

D. Überhaupt Personen von allen Altern zusammengenommen —

in den Jahren	männlich	weiblich	überhaupt
1819	5,494,120	5,590,873	11,084,993
1822	5,788,322	5,875,811	11,664,133
1825	6,086,263	6,170,462	12,256,725
1828	6,326,763	6,399,347	12,726,110
1831	6,492,870	6,546,090	13,038,960
1834	6,700,741	6,774,033	13,474,774
Summe	36,889,079	37,356,616	74,245,695
Durchschnitt	6,148,180	6,226,103	12,374,283

Unter den Gestorbnen sind im preufsischen Staate verzeichnet:

A. Todtgeborne —

in den Jahren	männlich	weiblich	überhaupt
1820, 1821, 1822	27,133	20,206	47,339
1823, 1824, 1825	28,830	21,564	50,394
1826, 1827, 1828	29,801	21,703	51,504
1829, 1830, 1831	29,343	21,830	51,173
1832, 1833, 1834	32,598	24,060	56,658
Summe	147,705	109,363	257,068

B. Von der Geburt bis zum vollendeten vierzehnten Jahre Gestorbne —

1820, 1821, 1822	233,696	204,406	438,102
1823, 1824, 1825	251,363	218,890	470,253
1826, 1827, 1828	274,966	241,452	516,418
1829, 1830, 1831	281,894	251,885	533,779
1832, 1833, 1834	309,740	275,818	585,558
Summe	1,351,659	1,192,451	2,544,110

C. Übervierzehnjährig bis zum vollendeten sechzigsten Jahre Gestorbne —

1820, 1821, 1822	109,486	116,063	225,549
1823, 1824, 1825	116,700	123,187	239,887
1826, 1827, 1828	142,754	143,360	286,114
1829, 1830, 1831	188,542	178,767	367,309
1832, 1833, 1834	182,219	177,651	359,870
Summe	739,701	739,028	1,478,729

D. Übersechzigjährig Gestorbene —

in den Jahren			männlich	weiblich	überhaupt
1820,	1821,	1822	91,009	97,007	188,016
1823,	1824,	1825	99,758	104,481	204,239
1826,	1827,	2828	117,673	121,888	239,561
1829,	1830,	1831	142,246	147,115	289,361
1832,	1833,	1834	124,991	131,134	256,125
		Summe	575,677	601,625	1,177,302

Überhaupt Gestorbne mit Einschlufs der Todtgebornen —

1820,	1821,	1822	461,324	437,682	899,006
1823,	1824,	1825	496,651	468,122	964,773
1826,	1827,	1828	565,194	528,403	1,093,597
1829,	1830,	1831	642,025	599,597	1,241,622
1832,	1833,	1834	649,548	608,663	1,258,211
		Summe	2,814,742	2,642,467	5,457,209

Es sind überhaupt geboren worden Kinder, mit Einschlufs der Todtgebornen —

1820,	1821,	1822	767,438	724,082	1,491,520
1823,	1824,	1825	785,828	741,849	1,527,677
1826,	1827,	1828	779,650	736,155	1,515,805
1829,	1830,	1831	762,934	720,352	1,483,286
1832,	1833,	1834	810,694	764,035	1,574,729
		Summe	3,906,544	3,686,473	7,593,017

Die zu Ende des Jahres 1834 vorgefundne Volkszahl hat sich aus der zu Anfange des Jahres 1820 gezählten nach den drei Haupt-Altersklassen folgendermaafsen entwickelt.

	männlich	weiblich	überhaupt
Zu Anfange des Jahres 1820 waren nach der vorstehenden Angabe vorhanden Kinder bis zur Vollendung des 14ten Jahres	1,953,580	1,910,276	3,863,856
Dazu kamen in den Jahren $182\frac{0}{2}$ Geborne	767,438	724,082	1,491,520
Summe	2,721,018	2,634,358	5,355,376
Gleichzeitig starben	260,829	224,612	485,441
Blieben also (zu übertragen)	2,460,189	2,409,746	4,869,935

	männlich	weiblich	überhaupt
Übertrag	2,460,189	2,409,746	4,869,935
Bei der Zählung zu Ende des Jahres 1822 wurden nur gefunden	2,119,817	2,088,926	4,208,743
Es haben also in diesen drei Jahren das 14te Jahr ihres Lebens überschritten, und sind in die folgende Altersklasse übergegangen	340,372	320,820	661,192
Das ist jährlich im Durchschnitte	113,457	106,940	220,397
Ferner waren zu Anfange des Jahres 1823 vorhandne Kinder, die das 14te Jahr noch nicht vollendet hatten	2,119,817	2,088,926	4,208,743
Dazu kamen in den Jahren 182$\frac{3}{5}$ Neugeborne	785,828	741,849	1,527,677
Summe	2,905,645	2,830,775	5,736,420
Dagegen starben gleichzeitig	280,193	240,454	520,647
Blieben also	2,625,452	2,590,321	5,215,773
Bei der Zählung zu Ende des Jahres 1825 wurden aber nur gefunden	2,256,976	2,230,485	4,487,461
Es haben also in diesen drei Jahren das 14te Jahr überschritten	368,476	359,836	728,312
Das ist jährlich im Durchschnitte	122,825	119,945	242,770
Sodann waren zu Ende des Jahres 1825 vorhanden Kinder vor vollendetem 14ten Jahre	2,256,976	2,230,485	4,487,461
Dazu kamen in den Jahren 182$\frac{6}{8}$ Geborne	779,650	736,155	1,515,805
Summe	3,036,626	2,966,640	6,003,266
Dagegen starben gleichzeitig	304,767	263,155	567,922
Wornach blieben	2,731,859	2,703,485	5,435,344
Die Zählung zu Ende des Jahres 1828 gab nur	2,367,200	2,343,893	4,711,093
Es haben also in diesen drei Jahren das 14te Jahr überschritten	364,659	359,592	724,251
Das ist jährlich im Durchschnitte	121,553	119,864	241,417
Noch waren am Ende des Jahres 1828 vorhanden Kinder vor vollendetem 14ten Jahre	2,367,200	2,343,893	4,711,093
Dazu kamen in den Jahren 18$\frac{29}{31}$ Neugeborne	762,934	720,352	1,483,286
Summe	3,130,134	3,064,245	6,194,379
Dagegen starben gleichzeitig	311,237	273,715	584,952
Wornach blieben	2,818,897	2,790,530	5,609,427
Die Zählung zu Ende des Jahres 1831 ergab aber nur	2,390,498	2,377,234	4,767,732
nach deren Abzug bleiben (zu übertragen)	428,399	413,296	841,695

	männlich	weiblich	überhaupt
Es haben also in diesen drei Jahren das 14te Jahr überschritten (die hiermit übertragenen)	428,399	413,296	841,695
Das ist jährlich im Durchschnitte	142,800	137,765	280,565
Endlich waren vorhanden zu Ende des Jahres 1831 Kinder vor vollendetem 14ten Jahre	2,390,498	2,377,234	4,767,732
Dazu kamen in den Jahren 183$\frac{2}{4}$ Neugeborne	810,694	764,035	1,574,729
Summe	3,201,192	3,141,269	6,342,461
Dagegen starben gleichzeitig	342,338	299,878	642,216
Wornach blieben	2,858,854	2,841,391	5,700,245
Die Zählung zu Ende des Jahres 1834 ergab jedoch nur	2,419,013	2,402,202	4,821,215
Es haben also in diesen drei Jahren das 14te Jahr überschritten	439,841	439,189	879,030
Das ist jährlich im Durchschnitte	146,614	146,396	293,010
Es waren also nach Überschreitung des 14ten Jahres in die höhere Altersklasse getreten			
in den Jahren 1820, 1821, 1822	340,372	320,820	661,192
1823, 1824, 1825	368,476	359,836	728,312
1826, 1827, 1828	364,659	359,592	724,251
1829, 1830, 1831	428,399	413,296	841,695
1832, 1833, 1834	439,841	439,189	879,030
in diesen 15 Jahren zusammen	1,941,747	1,892,733	3,834,480
Es wurden nämlich in diesen 15 Jahren geboren . . .	3,906,544	3,686,473	7,593,017
Dagegen starben vor vollendetem 14ten Jahre	1,499,364	1,301,814	2,801,178
Nach deren Abzuge bleiben	2,407,180	2,384,659	4,791,839
Zur höhern Altersklasse gingen über	1,941,747	1,892,733	3,834,480
Blieb also Vermehrung der Kinder, die das 14te Jahr noch nicht vollendet hatten	465,433	491,926	957,359
Hierdurch kamen die zu Ende des Jahres 1819 gezählten Kinder	1,953,580	1,910,276	3,863,856
am Ende des Jahres 1834 auf	2,419,013	2,402,202	4,821,215
die bei der Zählung zu Ende des Jahres 1834 auch vorgefunden wurden.			

	männlich	weiblich	überhaupt
Zu Ende des Jahres 1819 wurden gezählt Übervierzehnjährige, die das 60ste Jahr noch nicht vollendet hatten	3,189,638	3,333,803	6,523,441
Davon starben in den Jahren $182\frac{0}{2}$	109,486	116,063	225,549
Nach deren Abzuge bleiben	3,080,152	3,217,740	6,297,892
Übervierzehnjährig gewordne traten zu	340,372	320,820	661,192
Wodurch die Zahl sich erhöhte auf	3,420,524	3,538,560	6,959,084
Durch Auswanderung gingen noch ab	11,912	1,462	13,374
Nach deren Abzuge blieben	3,408,612	3,537,098	6,945,710
Die Zählung zu Ende des Jahres 1822 gab aber nur	3,309,223	3,419,640	6,728,863
weil das 60ste Jshr inzwischen überschritten	99,389	117,458	216,847
Am Ende des Jahres 1822 wurden gezählt	3,309,223	3,419,640	6,728,863
Davon starben in den Jahren $182\frac{3}{5}$	116,700	123,187	239,887
Nach deren Abzuge blieben	3,192,523	3,296,453	6,488,976
Dazu kamen übervierzehnjährig gewordne	368,476	359,836	728,312
und aufserdem noch durch Einwanderung und sonst	8,764	20,924	29,688
Wodurch die Zahl sich erhöhte auf	3,569,763	3,677,213	7,246,976
Die Zählung zu Ende des Jahres 1825 ergab nur	3,455,056	3,555,596	7,010,652
weil das 60ste Jahr inzwischen überschritten	114,707	121,617	236,324
Am Ende des Jahres 1825 wurden gezählt	3,455,056	3,555,596	7,010,652
Davon starben in den Jahren $182\frac{6}{8}$	142,754	143,360	286,114
Nach deren Abzuge blieben	3,312,302	3,412,236	6,724,538
Dazu kamen übervierzehnjährig gewordne	364,659	359,592	724,251
und aufserdem durch Einwanderung und sonst	26,044	21,133	47,177
Wodurch die Zahl sich erhöhte auf	3,703,005	3,792,961	7,495,966
Die Zählung zu Ende des Jahres 1828 ergab nur	3,572,360	3,656,421	7,228,781
weil inzwischen das 60ste Jahr überschritten	130,645	136,540	267,185
Am Ende des Jahres 1828 waren gezählt worden	3,572,360	3,656,421	7,228,781
Davon starben in den Jahren $18\frac{29}{31}$	188,542	178,767	367,309
Nach deren Abzuge blieben	3,383,818	3,477,654	6,861,472
Dazu kamen übervierzehnjährig gewordne	428,399	413,296	841,695
und aufserdem noch durch Einwanderung und sonst	45,198	25,988	71,186
Wodurch die Zahl sich erhöht auf	3,857,415	3,916,938	7,774,353
Die Zählung zu Ende des Jahres 1831 ergab nur	3,717,378	3,765,875	7,483,253
weil inzwischen das 60ste Jahr überschritten	140,037	151,063	291,100

	männlich	weiblich	überhaupt
Am Ende des Jahres 1831 wurden gezählt	3,717,378	3,765,875	7,483,253
Davon starben in den Jahren $18\frac{32}{34}$	182,219	177,651	359,870
Nach deren Abzuge bleiben	3,535,159	3,588,224	7,123,383
Dazu kamen übervierzehnjährig gewordne	439,841	439,189	879,030
und aufserdem durch Einwanderung und sonst	46,725	72,571	119,296
Wodurch die Zahl sich erhöht auf	4,021,725	4,099,984	8,121,709
Die Zählung zu Ende des Jahres 1834 ergab nur . . .	3,891,483	3,957,500	7,848,983
weil inzwischen das 60ste Jahr überschritten	130,242	142,484	272,726
Überhaupt hatten das 60ste Jahr überschritten, und waren in die höhere Altersstufe eingetreten in den Jahren			
1820, 1821, 1822	99,389	117,458	216,847
1823, 1824, 1825	114,707	121,617	236,324
1826, 1827, 1828	130,645	136,540	267,185
1829, 1830, 1831	140,037	151,063	291,100
1832, 1833, 1834	130,242	142,484	272,726
Überhaupt in diesen 15 Jahren	615,020	669,162	1,284,182
Zu den am Ende des Jahres 1819 gezählten Übervierzehnjährigen, die das 60ste Lebensjahr noch nicht vollendet hatten	3,189,638	3,333,803	6,523,441
traten hinzu im Laufe der 15 Jahre $18\frac{20}{34}$ aus der ersten Klasse durch Vollendung des 14ten Jahres	1,941,747	1,892,733	3,834,480
und aufserdem durch Überschufs der Einwanderungen und gröfsre Vollständigkeit der Zählungen	114,819	139,154	253,973
Wodurch sich die Zahl erhöhte auf	5,246,204	5,365,690	10,611,894
Dagegen starben gleichzeitig aus dieser Altersklasse . .	739,701	739,028	1,478,729
Nach deren Abzuge noch blieben	4,506,503	4,626,662	9,133,165
Davon waren nach der Zählung zu Ende des Jahres 1834 noch in dieser Altersklasse	3,891,483	3,957,500	7,848,983
und durch Überschreitung des 60sten Jahres zur höhern Altersklasse übergegangen, wie vorhin gefunden worden ist	615,020	669,162	1,284,182
Bei der Zählung zu Ende des Jahres 1819 waren schon Übersechzigjährige vorhanden	350,902	346,794	697,696
Summe	965,922	1,015,956	1,981,878
Davon starben in den 15 Jahren $18\frac{20}{34}$	575,677	601,625	1,177,302
und waren bei der Zählung zu Ende des Jahres 1834 noch vorhanden	390,245	414,331	804,576

Diese Darstellung beruht auf den Nachrichten, welche das statistische Bureau zu Berlin ämtlich von den Königlichen Regierungen empfängt.

Der Zuwachs, welcher theils durch den Überschufs der Einwanderungen über die Auswanderungen, theils aber auch dadurch entstand, dafs Personen aufgefunden, und in die Zählungslisten aufgenommen worden, welche sich bei frühern Zählungen der obrigkeitlichen Kenntnifs entzogen haben, ist sämmtlich dem mitlern Lebensalter zwischen dem Anfange des funfzehnten und Ende des sechzigsten Jahres zugezählt worden. Aus den ämtlichen Nachrichten geht das Lebensalter der Personen, woraus dieser Zuwachs besteht, zwar nicht hervor: aber die Annahme, dafs er dem mitlern Lebensalter angehöre, wird dadurch gerechtfertigt, dafs Kinder und Greise doch nur in sehr seltnen Fällen ihr Vaterland verlassen; und dafs alle Gründe sich der Aufnahme in die Zählungslisten zu entziehn, nur das mitlere Lebensalter treffen.



Zeus und Aegina.

Von
Hrn. PANOFKA.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 2. Juli 1835.]

Bei einer sorgfältigen Musterung der Kunstdenkmäler, welche die öffentlichen und Privatsammlungen der Hauptstädte Europas besitzen, macht die unverhältnifsmäfsige Breite, welche der Cultus des Dionysos und die Mythologie des Heracles für sich in Anspruch nehmen, einen überraschenden aber gewifs nicht günstigen Eindruck. Denn selbst diejenigen, welche um die wichtigeren Fragen der Archäologie unbekümmert, dieser Disciplin keine höhere Bestimmung einzuräumen belieben, als die, für eine mehr oder weniger grofse Anzahl Stellen klassischer Schriftsteller eine mehr oder minder vollständige und wohl auch gefällige Bilderfibel abzugeben, werden doch etwas früher oder später, je nachdem sie Beschauer oder Erklärer sind, bei den Centuplicaten nemäischer Löwenkämpfe und Bacchantinnen-Verfolgungen ein Gefühl der Verlegenheit und Müdigkeit an sich verspüren, das in der Erschöpfung des künstlerischen und archäologischen Stoffes dieser Gegenstände seinen Grund hat. Der Übelstand, den ich hier andeute, findet sich vorzugsweise in der grofsen Vasensammlung des Neapolitanischen Museums: die Berliner, minder bedeutend an der Zahl der Stücke, leidet weit weniger an der eben gerügten Monotonie von Herakleen, Dionysien, und den auch stets wiederkehrenden Bezähmungen bald eines Menschen mit Stierkopf (1), bald einer Göttin mit Frauenkopf (2), beides Gegenstände

(1) Kampf des Theseus mit dem Minotaur, Tischbein Vas. d'Hamilton I, 42; Neapels Antiken, Vas. Z. I, Schr. II, F. 2, no. 1685; Annal. de l'Institut. archéologique III, p. 152.

(2) Peleus und Thetis, Raoul Rochette Monum. ined. Livr. 1, 2; de Witte, Annal. de l'Institut archéolog. Vol. IV, p. 90-125.

die der Phantasie eines noch so genialen Künstlers, und dem Talent eines noch so fähigen Erklärers, ihre nicht ungestraft zu überschreitenden Schranken setzen.

In dem reichen Schatze der Vasensammlung des Königlichen Museums hat mich ein Gefäfs (¹) besonders angesprochen, das zu den interessantesten gehört, welche bis jetzt entdeckt sind. Es zeigt in der untersten Reihe den von Hunden zerrissenen Actaeon, in einer höhern den von Laios auf schäumendem Viergespann entführten Chrysipp, und ganz oben am Halse, über dem Kelche einer Blume sich erhebend, Aegina von einem Adler geraubt. Meine Absicht ist diesmal nicht eine Erklärung dieses merkwürdigen Denkmals zu liefern, und die sinnige, kosmische Ideen aussprechende, Wahl der drei in einer nicht zufälligen Ordnung folgenden Mythen zu rechtfertigen, sondern ich begnüge mich, diejenige Vorstellung herauszuheben, welche den Hals des Gefäfses schmückt, und die ich, Taf. I, 1 habe stechen lassen.

Der Mythos, auf den die Urgeschichte Aeginas sich stützt, erregt wegen der in politischer und künstlerischer Hinsicht grofsen Bedeutsamkeit dieser Insel ein grofses Interesse. Dies Interesse wird noch dadurch gesteigert, dafs bis jetzt nur ein einziges Denkmal alter Kunst (²) uns diesen Mythos vergegenwärtigte, und dafs von Seiten der Mythologen bisher dieser Fabel eine minder grofse Aufmerksamkeit geschenkt wurde, als vielen andern, die sie vielleicht weniger verdienen.

Von Phlius raubte Zeus in der Gestalt eines Adlers die Tochter des Flusses Asopos, Aegina (³) und brachte sie an einen einsamen Ort der Insel, welche bis dahin Oenone (⁴) genannt, nach der neuen Bewohnerin den Namen Aegina erhielt. Aus diesem Verhältnifs des Zeus mit Aegina soll Aeacus, der erste Fürst dieser Insel, entstanden sein (⁵), und auf sein Fle-

(¹) Höhe 3′ 1½″, Durchmesser 1′ 3¾″, Figuren gelb auf schwarzem Grunde, seine Form nähert sich der der grofsen Amphoren, in Ceglio gefunden. S. Levezows Verzeichnifs der Vasen des Berliner Museums Postament XVII, No. 1010. S. 255-260.

(²) Tischbein Vas. gr. d'Hamilton Vol. I, pl. 24.

(³) Pindar. Isthm. VII, 21; Nem. VIII, 6; Pausan. II, XXIX, 2 und II, V, 1; Apollod. III, XII; 7.

(⁴) Schol. Pind. Nem. IV, 71; Nem. VIII, 12; Apollod. III, XII, 7. Steph. Byz. v. Οἰνώνη; Paus. II, V, 1.

(⁵) Schol. Pind. Nem. VII, 123; Pind. Nem. VIII, 8, Isthm. VII, 21. Apollodor. l. c.

hen, die menschenleere Insel zu bevölkern, verwandelte sein göttlicher Vater die Ameisen in Menschen ([1]). Als aber Asopos ([2]) um seine entführte Tochter aufzusuchen nach Corinth kam, versprach ihm Sisyphos, der dem Raube zugeschaut hatte, den Thäter und den Aufenthaltsort der Aegina anzuzeigen, sobald er ihm auf dem Acrocorinthos Wasser gäbe; auf diese Weise entstand die Quelle Peirene ([3]).

Wiewohl dieser Mythos wegen der geringen Zahl der in denselben verflochtenen Personen nicht grade zu den verwickelsten gerechnet werden darf, so fordert er doch, sobald man überhaupt den Mythen der Alten irgend eine Bedeutung zugestehen will, zu mancherlei Fragen und Untersuchungen auf, die um so erspriefslicher erscheinen, je weniger deren Lösung bisher versucht worden: 1, Was ist Aegina? 2, Was ist Zeus unter der Gestalt des Adlers? 3, Was bedeutet der Raub der Aegina durch Zeus als Adler?

1. Was ist Aegina?

Dafs Aegina von Phlius herstammt, ist ein Faktum, welches über den Charakter dieser mythischen Heroine ein grofses Licht verbreitet. Auf der Acropolis von Phlius erwähnt Pausanias ([4]) bei einem Cypressenhaine einen Tempel, der seit den ältesten Zeiten ein Gegenstand der höchsten Verehrung war. Die Göttin, die man daselbst anbetete, hiefs Ganymeda; in der Folge nahm sie den Namen Hebe an ([5]); zu den besonderen Ehrenbe-

---

([1]) Apollod. III, XII, 7. Hygin. LII; Serv. ad Virgil. Aen. II, 7; Paus. II, XXIX, 2.

([2]) Steph. Byz. v. Κόρινθος. *ἐκαλεῖτο δὲ ἡ* Ἀκροκόρινθος Ἐπωπή, *διὰ τὸ* Σίσυφον *ἐντεῦθεν ἐπιδεῖν τὴν τῆς* Αἰγίνης *ὑπὸ* Διὸς *ἁρπαγήν*. Cf. v. Ἐπωπή. Apollod. III, XII, 6; I, IX, 3. Schol. Nem. VI, 53 *μνημονεύειν δέ φασι, τοῦ* Βουδίωνος Πυθαίνετου *ἐν πρώτῳ* Αἰγινητικῶν *γράφων οὕτω*· Περὶ *δὲ ταῦτα τούτων λεγομένων λέγεται* Βουδίωνα *τυγχάνειν διενηνεγμένον πρὸς* Οἰνώνην *τὴν ἑαυτοῦ θυγατέρα*. Budion scheint mir Asopus unter der Form des Dionysischen Stiers zu sein, mit oder ohne Menschenkopf, wenig vom Achelous und Bacchus Hebon der Idee nach verschieden, der künstlerischen Auffassung nach völlig gleich. Nicht unwichtig ist der Vergleich unsrer Oenone-Aegina, Tochter des Budion, mit Oeneus der neben Aegeus als Πανδίονος *υἱὸς νόθος*, von Pausanias, I, v, 1. genannt wird, einer Phyle in Attica den Namen gebend.

([3]) Paus. II, v, 1.

([4]) L. II, XIII, 3 cf. Strab. VIII, p. 382.

([5]) Pausan. l. c. et L. II, XII, 4; L. I, XIX, 3. Dionys. Halic. Ant. Rom. III, p. 150; T. Liv. V, 54, XXXVI, 36; Panofka Mus. Blacas, pl. XXVI. B. p. 79.

zeigungen, womit die Phliasier diese Göttin auszeichneten, gehörte das Privilegium des Asyls, welches an ihren Tempel geknüpft war; Flüchtig gewordene Gefangene weihten ihre Ketten an den Zweigen der Bäume, welche das Heiligthum der Ganymeda umgaben. Ihr zu Ehren feierte man jährlich ein Fest *κισσοτόμοι*, Epheuschnitter genannt. In ihrem Tempel gab es jedoch keine Statue, weder eine geheim gehaltene, noch eine der Beschauung des Volks preisgegebene, und wie Pausanias hinzufügt: »indem die Phliasier so verfahren, stützen sie sich auf eine heilige Sage.« Die Phliasier erzählen auch, dafs Heracles bei seiner Rückkehr aus Libyen, woher er die Hesperiden-Äpfel geholt, nach Phlius gekommen wäre, einer Privat-Angelegenheit willen, und bei einem Gastmahle welches er mit seinem Schwiegervater Oeneus hielt, soll er dessen jugendlichen Mundschenk Cyathus, weil er ihm nicht zu Dank eingeschenkt hatte, mit dem Finger auf den Kopf geschlagen und dadurch getödtet haben. Auf Anlafs dieser Begebenheit errichteten die Phliasier neben dem Tempel des Apollon ein Denkmal mit zwei Marmorstatuen, Cyathus darstellend, wie er dem Herakles einen Becher (*κύλικα*) reicht ([1]).

In dieser letzten Tradition deutet die Privatangelegenheit, mit dem Festmal des Weinmannes, Oeneus, verbunden, offenbar auf die Hochzeit mit Deianira ([2]), der Tochter dieses Oeneus ([3]), und die beigefügte Erzählung von dem Todschlag, den Heracles an dem jugendlichen Mundschenk verübte, beweist noch bestimmter, dafs bei dem Sohn der Alcmene von dieser Zeit an Deianira als Hebe in die Stelle seines Ganymedes eintrat ([4]).

Allein wichtiger und durch Alterthum ehrwürdiger erscheint die frühere Sage, welche sich in Phlius an die Göttin Ganymeda knüpft. Nach dieser ist sie keineswegs jene leicht geschürzte Göttin zweiten oder

---

([1]) Paus. II, XIII, 8; Athenaeus IX, p. 410 f. Apollod. II, VII, 6; vergl. Annal. de l'Inst. archéol. II, 149.

([2]) Apollod. II, VII, 6 cum Heynii obss. *Dejaniram et Herculem pinxit Artemon* (Plin. H. N. XXXV, 11). Neapels Antiken, Vas. Z. I, S. IV; Millingen Peint. d. Vas. gr. Pl. XXXIII.

([3]) Oeneus bekömmt zuerst den Weinstock vom Dionysos (Apollod. I, VIII, 1), giebt der Stadt Oenoe den Namen (Apollod. I, VIII, 6), nimmt den Heracles auf (Apollod. II, VII, 6) der den jungen Mundschenk Eunomos tödtet.

([4]) Athen. IX, p. 410 f.; Mus. Blacas p. 79, not. 11.

dritten Ranges, wie die Archäologen des vorigen Jahrhunderts sich auszudrücken pflegten, sondern sie gilt in Phlius wenigstens als eine der erhabensten Naturgottheiten griechischer Religion. Wenn das Fest der Epheuschnitter *κισσοτόμοι* [1] uns in die Sphäre des Dionysischen Cultus hineinweist, und die in dem Beruf der Ganymeda sowohl als in dem der Hebe [2] sich verrathende Beziehung auf Weinschenkung an eine Gattin des Dionysos zu denken auffordert, so bekommt diese Vermuthung durch zwei Besonderheiten, die in dem Cultus dieser Göttin hervortraten, eine neue und entschiedene Bestätigung.

Die eine finde ich in dem Privilegium des Asyls, welches das Heiligthum der Ganymeda in solchem Umfange besafs, dafs der Hereintretende seine Ketten an den Bäumen des Hains dieser Gottheit aufhängte, woraus hervorgeht, dafs in Phlius Ganymeda eine Göttin war, die Banden löste und die Freiheit gab. Welches ist aber der Name für diese Begriffe, und läfst sich ein persönlicher Cultus derselben in Mythen und Kunstwerken nachweisen? Die Münzen von Cyzicus, wo statt des ährenbekränzten Kopfes der Core Soteira, auf einigen Typen eine Frau, Eleutheria genannt, sitzend mit einem Kranz in der Hand erscheint [3], geben die bestimmteste Antwort auf diese Fragen. Bei der Erklärung dieser Münzen habe ich darzuthun gesucht, dafs die eben geschilderte weibliche Figur, nicht wie Millingen [4] meint, die Freiheit im Allgemeinen bezeichne, sondern als

---

(1) Vergl. mit dem Feste *κισσοτόμοι* in Phlius den Phlias Sohn des *Κεῖσος* (vielleicht so viel als *Κισὸς*, *Κισσὸς*,) von dem Pausanias II, XII, 6 hinzufügt *Διονύσου δὲ οἶδα καλούμενον*; und Phlyos, den die Athener und Musäus *παῖδα Γῆς* nennen (Paus. IV, I, 4). Hesych. v. *φλέω Διονύσου ἱερόν.* Plutarch. T. II, 683. F. *εἶναι δὲ καὶ τῶν Ἑλλήνων τινὰς οἱ φλοίῳ Διονύσῳ θύουσιν.* Hesych. v. *φλεῖ, γέμει, εὐκαρπεῖ, πολυκαρπεῖ*: v. *φλίεθος*, *καρποφόρος*, v. *φλιοῦς ἡ τῶν καρπῶν ἔκχυσις*: v. *Φλοίαν*, (*Floram*, *Χλῶριν*) *τὴν Κόρην τὴν θεὸν οὕτω καλοῦσιν Λάκωνες.* Für die Berühmtheit des Weins von Phlius zeugt Antiphanes beim Athenaeus 1, p. 27 d. Vgl. auch Athene Kissaea auf der Acropolis von Epidaurus, Paus. II, XXIX, 1.

(2) Hesych. v. *Ἥβη· νεότης, ἀκμὴ ... καὶ ἡ θεός· ἔστι δὲ Διὸς καὶ Ἥρας θυγάτηρ, γύνη Ἡρακλέους· καὶ ἀκολασία, ἄμπελος.* Pausanias II, XIII, 3. cf. Athen. XI, p. 462 a. *Τοῖς δὲ θεοῖς οἰνοχοοῦσάν τινες ἱστοροῦσι τὴν Ἁρμονίαν, ὡς Καπίτων ἱστορεῖ ὁ ἐποποιός, Ἀλεξανδρεὺς δὲ γένος, ἐν δευτέρῳ Ἐρωτικῶν.* Das Denkmal von Cadmos und Harmonia in Illyrien, Cylices genannt (Athen l. c.).

(3) Monum. ined. dell. Institut. archeol. Vol. I, pl. LVII. B, no. 5, 4.

(4) *Ancient Coins of greek cities*, p. 71; cf. Mionnet, Descr. d. med. Suppl. T. V, p. 304, no. 127.

Gattin des Ζεὺς Ἐλευθέριος, des Liber pater der Römer, eine Ἐλευθερία, d.i. eine Libera uns vorstelle [1].

Das zweite Argument, welches wir zur Assimilation der Ganymeda-Hebe mit der Gemahlin des Dionysos, Ariadne oder Libera gebrauchen, findet sich in der Nachricht die Strabo [2] von dem Cultus der heiligen phliuntischen Göttin giebt. Er versichert, dafs sie auch den Namen Dia führte, ein Name, der uns einerseits an Dia, die Tochter des Oeneus, mit welcher Zeus den Pirithous zeugte, erinnert [3], sowie an Dis, den Herscher der Unterwelt, dessen Gemahlin sie sein möchte [4], und andererseits an Dia, das spätere Naxos [5], wo Dionysos der verlassenen Ariadne zuerst erschien.

Indem wir so durch die Prüfung der verschiedenen auf die phliuntische Göttin bezüglichen Traditionen ihrem Wesen und Charakter näher treten, haben wir auf einen Punkt unsere Aufmerksamkeit zu richten bisher versäumt, weshalb nämlich in Phlius keine Statue, kein Bild von dieser Göttin existirte. Irre ich nicht, so bezog sich die heilige Sage, welche diese Eigenthümlichkeit rechtfertigte, auf das Factum, dafs die phliuntische Göttin von Zeus entführt und nach Aegina versetzt worden sei. Denn auf die Identität der Phliuntierin Aegina und der Göttin Ganymeda führt schon die gleiche mythische Form des Raubes durch Zeus als Adler, selbst bei

---

[1] Annal. de l'Institut. archéolog. Vol. V, p. 279-281.

[2] L. VIII, p. 382. Marini Fr. Arv. Tab. I, XXXII, p. 10 sqq. Creuz. ad Cic. D.N.D. III, XXII, no. 67.

[3] Hygin. fab. CLV. *Jovis filii: Piritous ex Dia Oenei filia* offenbar dieselbe wie *Dejanira.*

[4] Das Fest Diasia dem Zeus Meilichios zu Ehren am Ende des Monaths Anthesterion, an welchem keine Opferthiere geschlachtet werden. Vergl. den Zeus mit Adler und Blitz und einem Kranze von Frühlingsblumen, eine Statue im aeginetischen Style, Weihgeschenk der Metapontiner (Pausan. V, XVII, 4). Sein Bild vergegenwärtigt uns wahrscheinlich ein merkwürdiger Kopf im Besitz des Fürsten Talleyrand, von Petit-Radel auf Dionysos Kyamites bezogen. Dieser Zeus der Metapontiner wirft ein Licht auf den mythischen Gründer von Metapont, Dius oder Metabos (*Duc de Luynes* Metaponte p. 4) der wohl mit Achelous auf den Münzen von Metapont, so wie mit Bacchus Hebon zusammenfällt (Mus. Blacas p. 92-96); dessen Frau wird mythisch Theano oder Autolyte genannt; als Göttin vermuthe ich, wird sie jene Here (Κόρη), deren Tempel in Metapont mit Säulen aus Holz von Weinstöcken geschmückt war. (Plin. H. N. XIV, 2) Seneca Oedip. act. II. v. 412, Chor):
Te (scil. *Bacchum*) *decet vernis comam floribus cingi.*

[5] Athen. VII, 296. a. Etym. M. v. Δία· Steph. Byz. Δία πόλις Θεσσαλίας, Αἰακοῦ κτίσμα.

oberflächlicher Mythenprüfung unabweislich hin, und mit tieferem Blick in die Natur dieses Cultus hat Ottfried Müller ([1]) in jener übergoldeten ehernen Ziege auf der Agora von Phlius ([2]) eine mystische Beziehung auf Aegina vermuthet. Sind die bisherigen Betrachtungen richtig, so folgt dafs die Tochter des Asopos, Aegina, den Charakter einer Wein spendenden, Ähren tragenden, jugendlichen Naturgöttin mit der phliuntischen Ganymeda-Dia-Hebe gemein haben mufs. Dafs diese Vermuthung nicht ganz unbegründet sei, konnte schon der frühere Name Aeginas, Oenone([3]), oder nach Andern Oenopia ([4]) uns lehren, insofern in beiden der Begriff des Weines *οἶνος*, so gut wie bei jenem Festmal des Oeneus, dessen Andenken in Phlius gefeiert wird, am Tage liegt. Allein die Kunstdenkmäler werden uns schneller und auf eine befriedigendere Weise zum Ziele führen und Zeugnifs ablegen, dafs in der von uns bis jetzt befolgten Methode der Mythendeutung kein Irrthum begangen ist.

Pausanias ([5]) erwähnt unter den Weihgeschenken von Olympia eine Statuenreihe der Phliasier in welcher nächst Nemea Zeus sich befand nach der Aegina fassend ([6]); dieser zunächst stand Harpinna, Corcyra, darauf Thebe, und am Ende der Vater dieser Nymphen Asopos. Einen Zeus von Erz und zugleich eine Statue der Aegina wahrscheinlich von Marmor hatten dieselben Phliasier nach Delphi geweiht ([7]). Plinius ([8]) er-

---

([1]) Aeginet. p. 11.

([2]) Paus. II, XIII, 4. Vergl. Raspe Catal. d. pierr. gr. de Tassie No. 1089 Agath. au Cab. Britan. *un aigle assis sur une chèvre couchée par terre.*

([3]) Schol. Pindar Nem. IV, 71; VI, 53.

([4]) Pindar Isthm. VII, v. 21:
τὲ δ' (Aeginam) *ἐς νᾶσον Οἰνοπίαν ἐνεγκὼν*
Κοιμᾶτο (Zeus) *δῖον ἔνθα τέκες*
Αἰακὸν, βαρυσφαράγῳ πατρὶ κεδνότατον ἐπιχθονίων.

([5]) L. V, XXII, 5.

([6]) L. c. *Ζεύς ἐστι λαμβανόμενος Αἰγίνης*: vergl. Paus. V, XVIII, 1, auf dem Kasten des Cypselus: *Πεποίηται δὲ καὶ Θέτις παρθένος, λαμβάνεται δὲ αὐτῆς Πηλεὺς καὶ ἀπὸ τῆς χειρὸς τῆς Θέτιδος ὄφις ἐπὶ τὸν Πηλέα ἐστιν ὁρμῶν.*

([7]) Pausan. X, XIII, 3; vielleicht war hier Aegina dem sitzenden Zeus gegenüber *οἰνοχοοῦσα* dargestellt.

([8]) Plin. H. N. XXXV, 40.

wähnt ein enkaustisches Gemälde den Mythos der Aegina darstellend von der Hand des Lysipp. Leider lassen die eben angeführten Nachrichten über die drei verschiedenen Kunstwerke uns völlig im Dunkeln über Art und Weise wie Aegina vorgestellt und individualisirt gewesen, und die vorliegende Untersuchung wird zugleich auch den Nutzen gewähren, über diese drei Stellen der Alten ein genügendes Licht zu verbreiten.

Die Zeichnung eines geschnittenen Steines, welche ich dem reichen Portefeuille meines Freundes Gerhard verdanke, und die ich Taf. I, 2 vorzulegen mir erlaube, scheint ein sicheres Bild der Göttin Aegina uns zu vergegenwärtigen. Das Sitzen am Boden ([1]) und das Berühren desselben mit der einen Hand ([2]) ist in der Kunstsprache ein deutliches Zeichen chthonischen Charakters aller derer, bei denen wir eine solche Stellung wahrnehmen. Auch das hinter sich Blicken ist mit Recht als ein Symbol von Göttinnen und Heroinen der Schattenwelt aufgefafst worden ([3]). Das grofse Gefäfs, welches auf einem Postament in der Nähe der liegenden Frau aufgestellt ist, eignet sich vortrefflich zum Weinbehälter, und vergegenwärtigt den frühern Namen Aeginas, Oenone ([4]). Der liebesbrünstig nach der Nymphe herabblickende Adler kann wohl kein andrer sein, als Zeus unter der Gestalt dieses Vogels in dem Moment, wo er die Tochter des Asopos entrückt. Wie es scheint, will er sie bei den Haaren in den Olymp hinaufziehen, wie wir es wirklich auf dem Vasenbilde des hiesigen Museums Taf. I, 1 und auf einem andern ähnlichen der Fontanaschen Sammlung ([5]) in Triest, welches ich Taf. I, 3 habe zeichnen lassen, wahrnehmen.

Dieser Vorstellung gegenüber befindet sich Taf. I, 4 eine andre, der Stoschischen Sammlung des hiesigen Museums entlehnt, über welche Winckelmann ([6]) folgende Ansicht ausspricht:

([1]) Millingen *Coins of gr. cit.* Pl. III, n. 12, 13, 14 Münzen von Cierium; Lenormant, Ann. de l'Instit. Vol. IV, p. 67.

([2]) Apollod. II, v, 11. *Ψαύοντα* (Antaeum) *γὰρ γῆς ἰσχυρώτατον συνέβη γίνεσθαι· διὸ καὶ Γῆς τινὲς ἔφασαν τοῦτον εἶναι παῖδα.*

([3]) Duc de Luynes, Annal. de l'Instit. Vol. V, p. 249.

([4]) Etym. M. v. *Σίκινος νῆσός ἐστι πρὸς τῇ Εὐβοίᾳ, Οἰνοίη τὸ πρότερον καλουμένη, διὰ τὸ εἶναι ἀμπελόφυτον, μετωνομάσθη δὲ ἀπὸ υἱοῦ Θόαντος, Σικίνου καὶ νύμφης Οἰνοναΐδος.* Vgl. Fest. v. Vinalia den neuen Wein dem Jupiter, *mense sextili*, der Venus (Libera?) *mense Aprili.*

([5]) Mit gelben Figuren auf schwarzem Grunde.

([6]) Catal. d. pierr. gr. du Bar. Stosch Cl. II, Sect. XII, 858. Vgl. Raspe Cat. d. p. gr. 7141-7163.

»Psyche traurig auf einem Felsen sitzend, vor sich ein Gefäfs, welches »sie mit dem Wasser aus dem Cocytus füllen und der Venus bringen »sollte. Über ihr ein Adler, der ihr diese Aufgabe lösen half, hinter ihr »zwei Ähren und seitwärts eine Ameise, welche die zweite Arbeit andeuten, »die Psyche zu vollbringen hat.«

Völlig übereinstimmend mit dieser Winckelmannschen Erklärung, äufsert sich Professor Tölken über denselben Carneol in dem erst kürzlich erschienenen Gemmenkatalog [1], »Psyche scheint in ihren Prüfun»gen traurig auf einem niedrigen Steine zu sitzen; hinter ihr sieht man zwei »Ähren, anzudeuten, dafs sie die vermengten Körner verschiedener Getreide»arten sondern mufs, vor ihr eine Schöpfkanne, mit der sie Wasser aus »dem Cocytus holen soll; zugleich ist aber auch die Ameise beigesellt, die »Amor ihr bei ihrer ersten Arbeit sandte, und über ihr schwebt der Adler, »welcher ihr bei der zweiten half, und der hier als Omen des Sieges »einen Lorbeerkranz in den Klauen trägt.«

Eine Psyche ohne Schmetterlingsflügel an den Schultern, oder doch wenigstens deren Andeutung an der Stirn, gehört, so weit ich den uns jetzt zu Gebote stehenden Vorrath antiker Denkmäler übersehen kann, wenn nicht zu den unerwiesensten, doch zu den zweifelhaften und seltneren Erscheinungen. Andere Mängel der eben mitgetheilten Erklärungsweisen übergehend, glaube ich ohne weiteres in der auf einem Felsstück sitzenden Figur die Nymphe Aegina nachweisen zu können. Das vor ihr stehende Gefäfs giebt sich deutlich als eine Oenochoë [2] zu erkennen, und bezeichnet deshalb die Sitzende als eine Weinschenkin [3], d.i. als eine Hebe oder Ganymeda. Hiermit stimmt der über ihrem Haupte schwebende Adler, welcher einen Kranz als Zeichen der Liebe ihr darbringt. Die Ameise als Erinnerung an die erste Bevölkerung Aeginas, nämlich die aus solchen Thieren *μύρμηκες* anthropomorphisirten Myrmidonen [4], zeugt ihrerseits für die Richtigkeit

---

(1) III, Kl. II. Abth. VIII. *713.

(2) Panofka Rech. sur les noms des Vas. gr. Pl. V, 101, p. 36.

(3) Musée Blacas, p. 78-80. Vergleiche ΑΡΙΑΔΝΕ dem ΔΙΟΝΥΣΟΣ einschenkend, auf einem Oxybaphon des Durandschen Kabinets, wo ΚΩΜΟΣ und ΤΡΑΓΟΙΔΙΑ an der Scene mit Theil nehmen, jede Figur mit deutlicher Inschrift.

(4) Ovid. Metam. VII, 622 sqq. Hygin. f. LII. Serv. ad Virg. Aeneid. II, 7; IV, 402.

unserer Erklärung, so wie die Ähren ([1]) hinter der Göttin in dem ährenbekränzten Haupte der *Κόρη Σώτειρα* oder *'Ελευθερία* der Münzen von Cyzicus ([2]) ihre Analogie und Rechtfertigung finden. Sollten indefs noch Zweifel über den dieser Vorstellung zu gebenden Namen obwalten, so wird eine genauere Prüfung der folgenden Vasen und geschnittenen Steine ([3]) dieselben leicht zu heben im Stande sein.

Taf. II, 1 sitzt die Nymphe am Boden, traurig und nachdenkend, wie auf den früheren Denkmälern; vor ihren Füfsen steht ein Gefäfs, weder zum Schöpfen dienend, noch in die Klasse der Amphoren oder Kratere zu zählen, sondern eine Art tiefe Schale oder Becken, vermuthlich um die herabfallenden Früchte ([4]) aufzunehmen, welche einem hinter der Nymphe sich erhebenden Baume angehören. Man bemerkt auch zwei Ähren, ohne Zweifel um dieselbe als Göttin des Erdensegens zu charackterisiren; desgleichen schwebt über Aeginas Scheitel Zeus als Adler, in seinen Klauen einen Scepter, den er der Geliebten als Sinnbild der Macht statt des Kranzes auf dem Monument Taf. I, 4, darbringt.

Dieselbe Composition finden wir, nur in etwas vergröfsertem Mafsstabe und von der entgegengesetzten Seite aufgefafst, auf der Glaspaste Taf. II, 2. Mit über einander geschlagenen Händen auf dem Schoofs erscheint Aegina auf blofser Erde sitzend und an einen Baum gelehnt; der Adler mit dem Scepter schwebt über dem Haupte der Schlummernden, vor derselben erblickt man zwei Ähren, die entweder hinter oder vielleicht in einem zu ihren Füfsen stehenden Fruchtkorbe sich befinden; daneben eine Ameise.

Am vollständigsten aber erscheint der Mythos der Aegina auf den zwei Denkmälern, die ich auf Taf. II, 3 und 4 vorlege. Das Fragment no. 3 ist

---

([1]) Hesych. *αἰγίλωψ· πόα τις ἐμφέρης στάχυϊ.*

([2]) Monum. ined. de l'Instit. archeol. Vol. I, pl. LVII. B u. 5 u. 4; Vgl. den Cereskopf auf der Metapontinischen Münze bei Müller und Oesterley, Denkmäler der alten Kunst, Heft III, Taf. XLII, 193.

([3]) Taf. II, 1 u. 2 den Antiken Bildwerken Gerhards entlehnt, wo sie unter andern Proserpinen-Vorstellungen mit aufgenommen sind; no. 4 ist eine blaue Paste des Berliner Museums bei Winckelmann Catal. IV Kl. II Abth. 171.

([4]) Vgl. mein Mus. Bartoldiano Vas. Dip. A 2.

ein Amethyst und im Katalog der zweiten Centurie der Gemmen des archäologischen Instituts unter no. 34 als schlafende Proserpina angegeben. Über die fehlende Hälfte dieses kostbaren Steines giebt die mit Ausnahme einiger unwesentlichen Abweichungen vollkommen gleiche Vorstellung ([1]) der Stoschischen Paste no. 4 jeden nur zu wünschenden Aufschlufs. In beiden Denkmälern finden wir die Göttin ausruhend, in gleicher Kleidung und Lage, nur dient der linke Arm auf dem Fragment zur Stütze des Hauptes, während auf dem kleinern Steine derselbe erdwärts herabsinkt ([2]). Desgleichen naht auf beiden ein Adler mit einem Scepter der Göttin, in deren Nähe ein Baum als Mittelpunkt der Scene gepflanzt ist; auch Ameisen fehlen nicht. Was aber dieser Vorstellung vor den bisherigen einen unbestreitbaren Vorzug giebt, ist die als neues Element hier in den Aeginamythos eintretende Schlange, welche wahrscheinlich im Andenken an jenen als Schlange

---

([1]) *Visconti* (*Oeuvr. div. publ. par Labus*, T. II. p. 232) bezieht diese Vorstellung auf die Entdeckung eines Schatzes, eine der unglücklichsten Deutungen des grofsen Archäologen: *Esposiz. di gemme antiche* no. 249. *Questa immagine simbolica della Fortuna sembra allusiva ad una qualche avventura umana, e forse all' invenzione di qualche tesoro. La Fortuna, caratterizzata dalla sua ruota, dorme sotto d'un albero in sito campestre. Attorno all' albero s'avvolge un serpente, immagine viva del Genius loci. Sopra svolazza l'aquila per esprimere il buon augurio mandato da Giove* Ὀλβοδότης (*dator di ricchezze*). *A' piè della Fortuna è un di que' vasi dove si nascondeva il danaro sotterrato* (*argenti seria*), *come nell' Aulularia di Plauto e in tanti moderni ritrovamenti. La farfalla che vola attorno dell' olla può simboleggiar l'anima di quell' araro ch'è stato l'autore del ripostime. Le due figure virili in abito romano, che sembrano in atto di silenzio accostarvisi, saran gl' inventori fortuiti di quel tesoro nel punto d'imbattersi in questa addormentata Fortuna. La spiga può indicare la lor professione d'agricoltori, o determinare il luogo della invenzione presso di qualche campo di grano. Tale esposizione meramente ipotetica è sempre meno irragionevole che il credervi espressa una immagine dei misteri eleusini, come si è fatto sinora. L'originale era inciso in diaspro nero* (*Dolce*, E 12).

([2]) Propert. L. I, Elegia III, v. 1-8.

Qualis Thesea jacuit cedente carina
Languida desertis Gnosia litoribus:
Qualis et accubuit primo Cepheïa somno,
Libera jam duris cautibus Andromede:
Nec minus assiduis Edonis fessa choreis
Qualis in herboso concidit Apidano:
Talis visa mihi mollem spirare quietem
Cynthia, non certis nixa caput manibus.

Proserpinen heimsuchenden mystischen Zeus ([1]) zu der oben angeführten Benennung Proserpina verleitet hat, obwohl die Motive der beiden Arten des Ruhens mehr in der berühmten Statue des Vatican ([2]) und in verschiedenen pompejanischen und herkulanischen Frescobildern der auf Dia verlassenen Ariadne ([3]) sich wiederfinden.

Allein wir haben keinen Grund aus Rücksicht für diese Schlange der Aegina untreu zu werden: denn nach Hygin ([4]) soll Juno aus Eifersucht auf die von Zeus nach Delos entführte Aegina und deren Sohn Aeacus, eine Schlange gesandt haben, welche das Wasser dermafsen vergiftete, dafs jeder, der daraus trank, auf der Stelle starb, und da Aeacus auf diese Weise alle seine Gefährten verloren hatte, blickte er auf die Ameisen hin und erbat sich von Zeus Menschen zu seinem Schutze. Sein Flehen wurde erhört: denn Myrmidonen werden unter den ältesten Bewohnern Aeginas aufaufgezählt. Das Gefäfs zu den Füfsen Aeginas hat, so weit es sich bei so kleinen Verhältnifsen und ohne Selbstanschauung des Originals beurtheilen läfst, das Ansehn einer Oenochoë; die Ähren, welche an beiden Seiten am Ausgang der Scene sich erheben, kommen mit den gleichen Attributen der früheren Vorstellungen zu sehr überein, als dafs wir uns dabei verweilen dürften. Dagegen überraschen uns die beiden Männer, welche als neue Erscheinungen in dieser vollständigsten Vorstellung des Aeginamythos einen nicht unbedeutenden Platz einnehmen. Sollte es der zu Zeus flehende Aeacus sein, mit einem seiner Genossen ([5])? der nothwendige Begriff der Menschenleerheit ([6]) der Insel, welche das Gebet des Aeacus motivirt, während die Ameisen ihrerseits darauf anspielen, würde durch die Anwesenheit eines Genossen eher aufgehoben als versinnlicht. Deshalb scheint

---

([1]) Clem. Alex. Protrept. p. 14. *Πατὴρ καὶ φθορεὺς Κόρης ὁ Ζεὺς, καὶ μίγνυται δράκων γενόμενος* S. mein Cabin. Pourtales, pl. XX, p. 24, 25.

([2]) Visconti Pio-Clem. T. II, tav. XLIV. R. Rochette Monum. Ined. Pl. V, IX, XA.

([3]) Pitture d'Ercolano.

([4]) Hygin. fab. LII; Ovid. Metam. VII, 523 sqq. beschreibt die auf Junos Veranlassung entstandene Pest auf Aegina.

([5]) Serv. ad Virg. Aeneid. II, 7.

([6]) Paus. II, XXIX, 2. Apollod. III, XII, 7. *Ζεὺς ὄντι μόνῳ ἐν τῇ νήσῳ τοὺς μύρμηκας ἀνθρώπους ἐποίησε.*

es vielleicht zweckmäfsiger an Asopos zu denken, welcher seine Tochter aufsuchend von Sisyphos erfuhr, wer sie geraubt und wo sie sich aufhalte. Das verschiedene Alter der beiden Personen, ihr Verhältnifs zu einander, in so fern es sich in Stellung und Haltung eines jeden ausspricht; die erhobene Hand des Älteren, welche Überraschung und Staunen verräth: alles dieses scheint dafür zu zeugen, dafs in der der Schlafenden zunächst tretenden Figur ihr Vater Asopus, in der entfernteren der Denunciant Sisyphus dargestellt sei. Ob in dem zum Ruhekissen dienenden auf beiden Monumenten verschiedenartig gebildeten Schilde vielleicht eine Beziehung auf die Schildkröte Aegina's (¹) liege, wage ich nicht zu entscheiden, wenn gleich die Stoschische Sammlung einige geschnittene Steine besitzt, wo der Rücken dieser und ähnlicher Schaalthiere (²) auf eine ganz gleiche Weise vom Künstler behandelt ist.

Zwei andre Vorstellungen, ebenfalls auf den Mythos von Aegina bezüglich, lege ich Taf. I, 5 und Taf. II, 5 vor, beide *Gerhards Antiken Bildwerken* entlehnt wo sie in die Klasse der Proserpinen-Vorstellungen aufgenommen sind. In beiden fehlt das Element der Weinschenkung durchaus: statt dessen tritt in dem Korbe mit Früchten von denen die am Boden Sitzende eine in der Hand hält, so wie in den beiden Ähren die Segen spendende Tochter der Demeter auf das bestimmteste hervor. Die über dem Fruchtkorbe auf beiden Seiten sehr unbestimmt angegebenen Gegenstände können nach der Analogie ähnlicher Vorstellungen die Anwesenheit von Ameisen oder von Früchten gleicher Form auf dem uns bekannten Original vermuthen lassen. Jedenfalls sind aber die auf dem Fruchtkorbe liegenden Früchte so gut wie die hineinfallenden Taf. II, 1 Feigen (³).

(¹) Siehe meine Abhandlung über Sciron.

(²) Winckelmann Catal. d. pierr. gr. Cl. II, S. IX, 517; Cl. II, S. XIV, 1149; Cl. II, Sect. XIV, 1152.

(³) Pausan. I, XXXVII, *ἐν τούτῳ τῷ χωρίῳ* (Tempel der Demeter und Kore, mit Altar des Zephyr und Verehrung von Athene und Poseidon an der heiligen Strafse) *Φύταλόν φασιν οἴκῳ Δήμητρα δέξασθαι, καὶ τὴν θεὸν ἀντὶ τούτων δοῦναί οἱ τὸ φυτὸν τῆς συκῆς. Μαρτυρεῖ δέ μοι τῷ λόγῳ τὸ ἐπίγραμμα τὸ ἐπὶ τῷ Φυτάλου τάφῳ·*

Ἐνθάδ' ἄναξ ἥρως Φύταλός ποτε δέξατο σέμνην
Δήμητραν, ὅτε πρῶτον ὀπώρας καρπὸν ἔφηνεν,
Ἣν ἱερὰν συκὴν θνητῶν γένος ἐξονομάζει·
Ἐξ οὗ δὴ τιμὰς Φυτάλου γένος ἔσχεν ἀγήρως.

Dies bestätigt Servius zum Virgil (¹), wo er über den Ursprung der Myrmidonen berichtet, dafs Aeacus nachdem die Pest ihm seine Genossen geraubt, Ameisen in einem Feigenbaum erblickend, den Wunsch hegte, so viel Gefährten zu erlangen als die Zahl jener Thierchen betrage, worauf Zeus dies Gesuch ihm erfüllte.

Ich gehe auf ein schon bekanntes, aber nicht eigentlich erklärtes Denkmal Taf. II, 6 über, welches in der ganzen Reihe von Aegina-Vorstellungen nicht blofs seines archäologischen Interesses wegen, sondern auch von dem künstlerischen Standpunkte aus nicht genug gepriesen werden kann, und gar wohl eine Nachbildung des Lysippischen Gemäldes (²) uns darzubieten im Stande ist. In der zweiten Sammlung der Hamiltonschen Vasen hat Tischbein (³) dasselbe stechen lassen, mit Recht den Raub der Aegina durch Zeus darauf erkennend. Eben so treffend hat derselbe Gelehrte in dem zuschauenden jungen Satyr den schlauen Sisyphus vermuthet, welcher unbemerkt und mit aufgehobener Rechten, vielleicht den blendenden Sonnenstrahl abwehrend, dem Fluge des Räubers nachzuspähen scheint. Alles übrige indefs auf diesem Gemälde ist unbeachtet geblieben, sowohl die Inschrift ΘΑΛΕΙΑ, als die Blumen, welche die Nymphe umgeben, der Ball (*σφαῖρα*) welcher im Moment, als Zeus sie entrückt, ihr wahrscheinlich zum Spielwerk (⁴) gedient hatte, wie so oft Aphroditen (⁵), den Grazien, dem

---

Διαβᾶσι δὲ τὸν Κηφισσὸν βωμός ἐστι ἀρχαῖος Μειλιχίου Διὸς, ἐπὶ τούτῳ Θησεὺς ὑπὸ τῶν ἀπογόνων τῶν Φυτάλου καθαρσίων ἔτυχε, λῃστὰς καὶ ἄλλους ἀποκτείνας καὶ Σίνιν τὰ πρὸς Πιτθέως συγγενῆ. Photii Lex. v. *Ἡγητηρία· παλλάθη συκῶν ἣν ἐν τῇ πομπῇ τῶν Πλυντηρίων φέρουσιν ὅτι ἡμέρου τροφῆς πρώτης ταύτης ἐγεύσαντο.*

(¹) *Formicae, quas casu animadverterat plures in arbore fici.* Serv. ad Virg. Aeneid. VI, 7; Ovid. Metam. VII, 622-660 spricht von einer Eiche.

(²) Plin. H. N. XXXV, XL.

(³) Vol. I, p. 24 gelbe Figuren auf schwarzem Grund.

(⁴) Mus. Blacas XXVI, B, p. 79.

(⁵) Philostr. Jun. Imagg. VIII. *Μισθὸν δέ οἱ* (scil. *Ἔρωτι*) *τῆς ὑπουργίας ἡ μήτηρ* (scil. *Ἀφροδίτη*) *σφαῖραν προδείκνυσι, Διὸς αὐτὴν ἄθυρμα γεγονέναι λέγουσα. Ὁρᾷς καὶ τὴν τέχνην ἐν τῇ γραφῇ; χρυσοῦ μὲν αὕτη, ῥαφὴ δὲ αὐτῇ οἷα νοεῖσθαι μᾶλλον ἢ ὁρᾶσθαι, ἕλικάς τε κυανοῦ ἐφ᾽ ἑαυτῆς ἑλίττουσα· καὶ ἀναῤῥιφεῖσα τάχα που, τὸ ἀποχωροῦν σέλας μαρμαρυγαῖς ἀστέρων εἰκάζειν αὐτῇ δώσει.*

Eros und dem Ganymedes [1], die Sterne auf ihrem Kleide, und endlich die Sonne die das Haupt des Adlers umgiebt.

Warum finden wir über dem Haupte der vom Adler geraubten Frau nicht die Inschrift HEBE oder ΓΑΝΥΜΕΔΑ, oder ΔΙΑ oder ΑΙΓΙΝΑ, sondern eine neue, für diesen Mythos unbekannte, und was bedeutet diese? ΘΑΛΕΙΑ kann wohl nur die Göttin des Wachsthums und der Blüthe [2] bezeichnen und halten wir diesen Begriff fest, so entfaltet sich zu Gunsten des Symbols der Germination das fast auf keinem der vorgezeigten Aeginabilder fehlt, ein tieferer Sinn, als der ihm gewöhnlich zuerkannte. So erscheint jener Blätterkranz an der Basis der Weinamphora, Taf. I, 2 nicht blofs als ein müfsiges, von dem Schönheitssinn des Künstlers hervorgerufenes Ornament, sondern es trägt zugleich den höhern Ansprüchen der symbolischen Kunst der Hellenen gemäfs, als Hieroglyphe zum Verständifs der Vorstellung seinen Theil bei. Desgleichen gewinnt Taf. I, 3 jener zu den Füfsen Aeginas sichtbare Blätterzweig eine höhere Bestimmung, als die von manchen Archäologen so oft gemifsbrauchte einer nothwendigen Ausfüllung des leeren Raums. Ganz in demselben Sinne fafse ich jene prächtige Blume Taf. I, 1 über welche auf dem Gefäfse des Berliner Museums Aegina auf-

---

[1] Der Ball nemlich hat denselben Sinn, welchen der Reifen (*τρόχος*) verräth den man nebst einem Stäbchen in den Händen des Ganymedes findet, sowohl auf einer Vase des Neapler Museums (Neapels Antiken S. 343), als auch auf einer andern bei Passeri (Pict. Etr. T. II, CLVI.) und in den Händen des Eros auf der Ingenheimschen Vase des hiesigen Museums. S. Hirts Brautschau.

[2] Etym. M. v. *θαλερὸς ὁ ἐν ἀκμῇ ὢν τοῦ θάλλειν, ὁ ἀκμάζων νεός — παρὰ τὸ θάλλω, τὸ αὔξω, τοῦτο παρὰ τὸ θῶ, τὸ τρέφω· ἀπὸ μεταφορᾶς τῆς ἀνθρώπων φύσεως, ὁ γὰρ θηλῆς μαστοῦ μετέχων ἄνεισιν εἰς αὔξησιν.* cf. v. *θάλλω* et Fest. v. Thaleae *nomen dictum alii ab aetatis flore ajunt, alii quod carmina semper floreant.* Pindar. Nem. I, 71. *ὀλβίοις ἐν δώμασι δεξάμενον θαλερὰν Ἥβαν ἄκοιτιν·* Virg. Aen. VI, 136 sqq.

Latet arbore opacâ
Aureus et foliis et lento vimine ramus,
Junoni infernae dictus sacer: hunc tegit omnis
Lucus, et obscuris claudunt convallibus umbrae.
Sed non ante datur telluris operta subire,
Auricomos quam quis decerpserit arbore fetus.
Hoc sibi pulchra suum ferri Proserpina munus
Instituit. Primo avulso non deficit alter
Aureus; et simili frondescit virga metallo.

steigt. Die beiden Blumenzweige auf der Hamiltonschen Vase Taf. II, 6, der Baum auf den 4 Monumenten (1-4) von Taf. II, die Feigen auf den Steinen Taf. II, 1 Taf. I, 5 und II, 5, die zwei Ähren auf Taf. I, 4 und 5, Taf. II, 1, 2, 4, 5 legen sämmtlich ein vollgültiges Zeugnifs ab für die Göttin der aufspriefsenden, Blüthen bringenden Natur, für eine Hebe, nicht in dem untergeordneten Sinne moderner Auffafsung, sondern mit dem Charakter der Jugend, wie dieselbe in dem weitesten kosmischen Sinne, in dem Menschengeschlecht, in der Erde und am Himmel sich offenbart. Thalia-Aegina wird daher auch der rechte Name sein, für jene einsam und traurend an einem Baume in der Nähe eines Adlers sitzende Frau der Silbermünzen von Gortyna auf Creta, Taf. I, 6, welche Ottfried Müller ([1]) beschreibt als »Europa, auf dem Stamm eines Platanosbaums bei Gortyna sitzend, Zeus als Adler vor ihr,« ohne zu erwähnen, ob irgend wo, was ich bezweifle, der Mythos des als Adler entführenden Zeus auf Europa übergetragen worden ist. Eine Bestätigung dieser Ansicht geben andere Silbermünzen derselben Stadt ([2]) wo der Augenblick der Entführung der Nymphe durch den Adler unzweifelhaft erscheint (Taf. I, 7 und 8). Bei dem politischen und kommerziellen Verkehr zwischen Creta und Aegina ([3]), bei der Gemeinschaft ihrer Religionen, welche sich ganz besonders in dem Cultus der Dictynna und Aphaea kund giebt, darf es nicht befremden, wenn der Mythos von Aegina auf Creta dann und wann ans Licht tritt.

Diese Thalia aber ist keine andre als die Gemahlin des Zeus-Aetna, welche wir aus einem sicilischen Mythos der Paliken kennen ([4]) und aus zwei Vasenbildern, wo Zweige mit Blüthen ihren Schultern und Armen entspriefsen, während ihre beiden Söhne, die Paliken oder Chirogastoren mit grofsen Hämmern auf ihren Kopf losschlagen ([5]). Diese sonderbare und gewifs nicht blos aus dem Charakter hephästischer Handwerker zu rechtfertigende Behandlung oder vielmehr Mifshandlung findet ihre Lösung in dem

---

([1]) Denkm. der alten Kunst, 3. Heft. T. XLI, n. 186.

([2]) Combe Mus. Hunt. Taf. XXIX, 1 und XXVIII, 22.

([3]) Müller Aeginet. p. 81.

([4]) Welcker Ann. de l'Instit. archeol. Vol. II, p. 245-257.

([5]) Annal. de l'Instit. Vol. II, tav. d'agg. J u. K.

Namen Ἀκμώνη (1) welcher dieser Palikenmutter zukömmt und einerseits die Idee des Ambosses ἄκμων in sich schliefst, andrerseits den Begriff des in der Blüthe stehen ἀκμάζω in gleichem Masse in sich aufnimmt (2). Dieser Göttin zu Ehren fanden auch nach Einsammlung der Früchte gewifse Opfer statt, durch welche der Dank für segensreiche Erndte sich vorzugsweise an Demeter-Thalia (3) aussprach, von der dieser Festtag den Namen Θαλύσια (4) entlehnte.

Nachdem wir auf diese Weise Begriff und künstlerische Auffafsung der Nymphe Aegina zu erläutern versucht haben, gehen wir zur zweiten Hauptfrage über:

Was stellt Zeus unter der Gestalt des Adlers vor?

Das strahlenreiche Bild der Sonnenscheibe, welches auf der Hamiltonschen Vase (Taf. II, 6) mit dem Adler selbst in eins verschmilzt, läfst uns schliefsen, dafs der Aegina raubende Zeus einen Licht- und Sonnengott darstellt. Offenbar haben wir hier jenen Adler vor uns, welchen die Alten Haliaetos (5), nannten berühmt durch seinen leuchtenden Blick und seinen grandiosen Schwung in der Höhe: es ist derselbe, der seine Jungen zwingt in die Strahlen der Sonne hinein zu schauen, und wenn sie geblendet, den Kopf wegwenden, sie als eine ungerathene Brut aus seinem Neste wirft. In den ersten Stunden des Tages sitzt er träge, und fängt erst um Mittag zu arbeiten und zu fliegen an, und weil man nie sich erinnert, dafs dieser Vogel vom Blitz getroffen worden, wird er als der Waffenträger des Zeus angese-

---

(1) Panofka Ann. Vol. II, p. 395, 396.

(2) Hesychius v. ἀκμαία· θάλλουσα und Panofka l. c.

(3) Etym. M. v. θαλύσια.

(4) Hom. Il. I, v. 529.

Καὶ γὰρ τοῖσι κακὸν χρυσόθρονος Ἄρτεμις ὦρσε
Χωσαμένη, ὅ οἱ οὔτι θαλύσια γουνῷ ἀλωῆς
Οἰνεὺς ῥέξ', ἄλλοι δὲ θεοὶ δαίνυνθ' ἑκατόμβας.

Cf. θάργηλος, bisweilen θαλύσιος ἄρτος genannt (Athen. III, 114. a) Brot aus neuem Weizen gebacken.

(5) Plin. H. N. L. X, III. Cf. Hygin. Astron. L. II, *Aquila: Hanc etiam Jupiter primus ex avium genere delegisse sibi existimatur quae sola tradita est memoriae, contra solis orientis radios contendere valere. Itaque super aquarium volare videtur. Hunc enim complures Ganymedem esse finxerunt.*

hen und bezeichnet. Eine gründlichere Belehrung über den Sonnencharakter dieses Adlers sowohl, als auch über die mit Adlerkörper versehene Frau, die in der rechten Hand ein Tympanum haltend und in der Linken eine Taenia, auf dem Halse des Hamiltonschen Gefäfses über der Thalia-Vorstellung (siehe unsere Taf. II, 7) erscheint, verdanken wir folgender Erzählung des Antoninus Liberalis (1): Periphas, ein Autochtone in Attica vor Cecrops Zeit, herrschte über die uralte Bevölkerung, zeichnete sich durch Gerechtigkeit, grofsen Reichthum und Frömmigkeit aus, stiftete mehrere Heiligthümer dem Apollo und entschied die meisten Streitigkeiten zur Zufriedenheit beider Partheien; daher trugen die Menschen aus Dankbarkeit die Verehrung des Zeus auf ihn über, gründeten ihm Heiligthümer und Tempel, und gaben ihm die Beinamen Zeus Soter (2), Epopsios (3), Milichios (4). Als deshalb Zeus aus Zorn das ganze Haus des Periphas mit seinem Blitz vernichten wollte, legte Apollo Fürbitte ein und wehrte so von seinem Diener das bevorstehende Unglück ab. Als indefs später Zeus in das Haus des Periphas kam und denselben in vertrautem Verkehr mit seiner Frau überraschte, drückte er ihn mit beiden Händen, und verwandelte ihn dadurch in einen Adler, des Periphas Gemahlin aber, die die Gunst der Ornitomorphose erflehte um nicht von ihrem Gatten getrennt zu werden, in eine Art weiblichen Adler *φήνη* genannt. Dem Periphas ertheilte hierauf Zeus weil er der frömmste unter den Menschen gewesen, die gröfsten Auszeichnungen, das Königthum unter den Vögeln, die Obhut des heiligen Scepters und die Freiheit, seinem Throne zu nahen: der Frau des Periphas aber, die er in eine Phene verwandelte, verlieh er die Gnade, den Menschen bei ihren Unternehmungen als Vogel glücklicher Vorbedeutung zu er-

---

(1) Metamorphos. VI. Periphas; Ovid. Metam. VII, 399, 400.

(2) Annal. de l'Institut. Vol. V, p. 274-280. Hesych. v. *Ἐλευθέριος Ζεὺς· τοῦτον δὲ ἔνιοι καὶ Σωτῆρά φασι.* Paus. VIII, XI, 1; VIII, XXX, 5; IV, XXXI, 5; II, XX, 5; III, XIII, 6; Athen. II, 38 d. XI, 466 e; 471 d. e, 487 a, XV, 675 c.

(3) Orph. Argon. 1038. derselbe wie *εὐρυόπα Ζεύς* und wie Helios *ὃς πάντ' ἐφορᾷ καὶ πάντ' ἐπακούει.*

(4) Sein Altar mit dem Feigenpflanzer Phytalos in Verbindung gesetzt bei Pausan. I, XXXVII, 3; als Pyramide auf dem Forum zu Sicyon neben Artemis Patroa als Säule (Pausan. II, IX, 6); sitzende Statue von Polyclet in Argos (Paus. II, XX, 1).

scheinen. Das Bild dieses Periphas glaube ich auf dem Taf. II, 8 gestochenen Steine nachweisen zu können; in wie weit man berechtigt sein könnte, am Halse des Hamiltonschen Gefäßses das Bild seiner Gattin, Phene zu vermuthen, lasse ich unentschieden. Wichtiger aber für die gegenwärtige Untersuchung dünkt mich der Name Periphas der rings um leuchtende, offenbar ein Synonym von Phaethon, Phaon, so wie der seiner Gemahlin Phene, der ebenfalls an *φαίνω* und die von Helios stammende Pasiphae, so wie an Euryphassa, die Gemahlin des Hyperion ([1]) erinnert. Erwägen wir aufserdem die beiden andern in dieser Fabel angedeuteten Umstände, dafs nämlich dieser Titan Periphas dem Apollon vorzugsweise vor allen andern Göttern Tempel errichtet, und dafs er in einen Adler verwandelt wird, und gewürdigt den Scepter des Zeus zu tragen, so scheint die Identität dieses Periphas mit dem Sonnenadler der Aegina hinlänglich erwiesen ([2]).

Mit dieser Idee eines Feuer und Sonne ausdrückenden Adlers in Bezug auf die Nymphe Aegina, stimmt der Vers des Ovid ([3]), wo unter den verschiedenen Liebesabentheuern des Vaters der Götter, welche Arachne in ihr Gewebe aufnimmt, auch Zeus als Feuer erscheint wie er die Tochter des Asopos berückt: *Asopida luserit ignis.*

([1]) Hom. Hymn. in Sol. v. 1-8.

Ἥλιον ὑμνεῖν αὖτε, Διὸς τέκος, ἄρχεο Μοῦσα,
Καλλιόπη, φαέθοντα, τὸν Εὐρυφάεσσα βοῶπις
Γείνατο Γαίης παιδὶ καὶ Οὐρανοῦ ἀστερόεντος.
Γῆμε γὰρ Εὐρυφάεσσαν ἀγακλειτὴν Ὑπερίων
Αὐτοκασιγνήτην ἥ οἱ τέκε κάλλιμα τέκνα
Ἠῶ δὲ ῥοδόπηχυν, ἐϋπλόκαμόν τε Σελήνην,
Ἠέλιόν τ' ἀκάμαντ', ἐπιείκελον ἀθανάτοισιν
Ὃς φαίνει θνητοῖσι, καὶ ἀθανάτοισι θεοῖσιν.

([2]) Nicht unnütz ist die Vergleichung des Mythos des Periphas mit dem welchen Hygin. Poet. Astron. L. II. *Aquila* anführt: *Nonnulli etiam dixerunt Meropem quendam fuisse qui Coam insulam tenuerit regno et a filiae nomine Coon et homines ipsos a se Meropas appellaret. Hunc autem habuisse uxorem nomine Ethemeam, genere Nympharum procreatam: quae cum desierit colere Dianam, ab ea sagittis figi coepit. Tandem a Proserpina vivam ad inferos arreptam esse. Meropem autem desiderio uxoris permotum, mortem sibi consciscere voluisse. Junonem autem misertam ejus, in aquilam corpus ejus convertisse et inter sidera constituisse: ne, si hominis effigie eum collocaret, nihilominus memoriam tenens, conjugis desiderio moereret.* Vgl. die vom Zeus als Adler geraubte Tochter des Titanen Coeus, Asteria (Ovid. Met. VI, 108).

([3]) Metam. VI, 113; VII, 615, 616.

Zugleich gewinnt der orphische Hymnus auf Helios gröſsere Beachtung, wenn er die Sonne als unsterblichen Zeus *ἀθάνατον Δία* anruft ([1]), eine Ansicht die uns auch eine Silbermünze des August bei Morelli ([2]) vergegenwärtigt, auf welcher eine ithyphallische Herme des strahlenden Sonnengottes unter dem Gliede mit einem Blitz versehen ist.

Vernachlässigen wir aber nicht hinsichtlich unseres Adlers zu bemerken, daſs er nicht im Centrum der ganzen Sonnenscheibe schwebt, was der Künstler wenn es seine Absicht gewesen wäre, leicht hätte darstellen können, sondern daſs er höchstens ein Drittheil derselben und zwar der oberen Hälfte zu eigner und anderer Beleuchtung besitzt.

Nachdem wir uns über den Charakter dieses Zeus-Aietos mit Hülfe des Hamiltonschen Vasengemäldes und einiger Zeugniſse alter Schrift und Kunst unterrichtet haben, bleibt uns eine dritte wichtige Frage zur Beantwortung übrig, nemlich:

Was der Moment des Raubes, den der Sonnenadler an der Libera-ähnlichen Göttin Aegina verübt, bedeuten könne?

Hierbei kommen uns wiederum die Denkmäler der Kunst sehr zu Hülfe: denn jenes Sternenkleid, welches Aegina-Thalia auf dem Hamiltonschen Vasenbilde (Taf. II, 6) trägt, finden wir auf einem geschnittenen Steine in der Form eines Kranzes von Sternen wieder, der das Haupt der Göttin umgiebt, welche auf einem zum Fluge sich anschickenden Adler sitzend und einen Scepter haltend von Winckelmann ([3]) für Juno erklärt wird. Allein ist die bisher geführte Untersuchung der ziemlich zahlreichen Denkmäler des Nymphen entführenden Adlers richtig, so folgt nothwendig auch für diese Steine die Benennung Aegina, nur gebührt der Sternbekränzten noch

---

([1]) Vgl. Plut. Qu. Rom. LXXVII *δεῖ δὲ μὴ νομίζειν ἁπλῶς εἰκόνας ἐκείνων τούτους, ἀλλ᾽ αὐτὸν ἐν ὕλῃ Δία τὸν ἥλιον, καὶ αὐτὴν τὴν Ἥραν ἐν ὕλῃ, τὴν σελήνην.*

([2]) Thes. numism. tab. XV, 12.

([3]) Die hiesige Sammlung besitzt blos eine Glaspaste desselben (Winckelmann Catal. d. geschn. St. d. B. v. Stosch, Kl. II, S. III, §. 10, no. 131): Juno von einem Adler getragen, ihr um den Kopf fliegender Schleier bildet einen Kreis in welchem man die sieben Planeten sieht. Vgl. Winckelmann Catal. 2 Kl. 3 Abth. §. 10 no. 132. Tölcken Verzeichniſs der geschn. Steine III Kl. II Abth. 11, 156: Karneol; Juno Regina mit dem Scepter im Arme, getragen von dem Adler Jupiters.

das Epithet Asteria, mit Bezug auf Ovid ([1]) der vom Jupiter als Adler eine Tochter des Titanen Coeus mit Namen Asteria, rauben läfst, welche in eine Wachtel ὄρτυξ verwandelt, der Insel Ortygia ([2]) den Namen gegeben haben soll. Wahrscheinlich ist diese Asterie keine andere als unsere Aegina; dafür spricht wenigstens das sternenbesäete Kleid der Göttin auf der Hamiltonschen Vase eben so sehr, als die bei Hygin ([3]) erwähnte Sage, dafs Jupiter Aegina nach der Insel Delos gebracht, welche bekanntlich den Namen Asteria ([4]) führte. Fassen wir aber jenen mit einem Drittheil der obern Sonnenscheibe versehenen Licht-Zeus richtig auf, insofern er nicht die volle Mittagssonne verräth, sondern die schon dem Untergang sich nähernde, so stimmt diese Deutung mit dem Herabfliegen des Gottes, um sich eine Concubine für die Stunden der Ruhe zu holen, vom kosmischem Gesichtspunkte, eben so sehr überein, als diese letztere, freilich etwas sinnliche Form des Mythos dem natürlichen Geiste hellenischer Phantasie gemäfs ererscheint. Denn Zeus, indem er als Helios ausruht, und sich dem Schmause, dem Trank und der Liebe ergiebt, wird dadurch ein Dionysos, d. h. ein Gott der Nacht, im Schoofse und unter der Herrschaft jener Göttin ([5]), deren Weinspende und Umarmung ihn eben so sehr beglückt, als ihr mildes Mondlicht ihn und zugleich vom Himmel herab die Welt erleuchtet, auf diese Weise den von dem Laufe des Tages ermüdeten Sonnengott würdig vertretend. Darum stellten die griechischen Künstler, Aegina, ehe sie der Adler raubt, d. h. im Laufe des Tages, schlummernd oder doch trübe nachsinnend, höchstens Feigen sammlend vor. Erst wenn der Adler sie aus ihrer Ruhe weckt, zu dem Berufe einer nächtlichen Lichtgottheit sie heraufholend, erblicken wir dieselbe nicht blos auf dem Hamiltonschen Gefäfse der

---

([1]) Metam. VI, 108. Den Namen Asteria führte Kreta, Delos und Rhodos (Plin. H. N. V, XXXI; Hesych. v. Ἀστ.)

([2]) Ortygia Name von Delos. Vgl. Pindar. Nem. I, 24:

> Κλεινᾶν Συρακοσσᾶν θάλος, Ὀρτυγίαν
> δέμνιον Ἀρτέμιδος
> Δάλου κασιγνήτα.

([3]) fab. LII.

([4]) Plin. H. N. V, XXXI.

([5]) Millin. Peint. d. Vases II, XLIX.

Thalia, sondern auch auf dem angeführten Steine, als wahre und unverkennbare Königin der Gestirne.

Zur Bekräftigung dieser Auslegung des Aegina-Raubes erlaube ich mir noch eine Paste (Taf. II, 9) der Stoschischen Sammlung ([1]) anzuführen wo wir den Adler erblicken, über seinem Kopfe das Brustbild des strahlenden Sonnengottes; den linken Flügel des Vogels ersetzt ein Jünglingskopf über welchem ein Stern sichtbar ist, den rechten ein jugendlicher Frauenkopf, über demselben ein halber Mond. Wenn es keinem Zweifel unterliegen kann, dafs der Jünglingskopf sich auf Ganymedes bezieht, und der weibliche auf Ganymeda, wenn andrerseits der Stern über Ganymedes auf einem Taf. II, 10 den Ganymedes vorstellenden Chalcedon ([2]) sich wiederholend, am schicklichsten auf Hesperus bezogen wird, so gewinnen wir das Symbol des halben Mondes auf dem Wege der Kunst für die Göttin Ganymeda-Aegina, wie wir es auf dem Wege religiös-mythologischer Combinationen bereits gefunden hatten. Zugleich legt der Sonnengott über dem Haupte des Adlers ein neues, aber nicht minder glänzendes Zeugnifs für den Sinn ab, welchen wir in der Aeginafabel diesem Vogel beizulegen gewagt haben.

Fassen wir nun auf diese Weise den Mythos auf, dafs er nämlich in seiner kosmischen Bedeutung die von dem bald sinkenden Gott des Tages ihrem Schlummer entrissene Göttin des nächtlichen Lichtes versinnbildet, so werden wir uns nicht wundern, dafs auf dem Capitol im Tempel der Minerva über der Capelle unserer Göttin der Raub der Proserpina, ein Gemälde des Nicomachus ([3]) angebracht war, ein Gegenstand, der wie kein andrer, das passendste Seitenstück zu dem Adlerraub der Aegina bildet.

Der Mythos des Zeus als Frauenentführenden Adler, den wir in Phlius, Aegina, Delos und Gortyna nachgewiesen haben, findet

---

([1]) Winckelmann Cat. II Kl. XIV Abth. 1244.

([2]) Winckelmann Cat. II Kl. III Abthl. 166. Ganymed mit einem Stab in der Hand, wirft erschrocken sich auf die Erde, über ihm ein schwebender Adler; neben ihm ein Stern. Tölcken Verz. III Kl. II Abthl. 119.

([3]) Plin. H. N. XXXV, xxxvi, 22: *Nicomachus Aristodemi filius ac discipulus. Pinxit hic raptum Proserpinae quae tabula fuit in Capitolio in Minervae delubro supra aediculam Juventutis.*

sich ebenfalls in Sestos, wo Plinius ([1]) berichtet, dafs eine Jungfrau einen Adler auferzogen, der ihr zum Dank erst Vögel, späterhin Wild heimbrachte, bis er bei ihrem Tode sich auf ihren Scheiterhaufen warf und mit verbrannte. Deshalb errichteten die Bewohner von Sestos an diesem Orte ein Heroum, welches sie das Heroum des Zeus und der Jungfrau ([2]) nannten, weil ja dieser Vogel auf jenen Gott bezogen wird. Wenn Plinius sich des Ausdrucks *virginis* bedient, so ist das wahrscheinlich eine Übersetzung von κόρη, und deutet auf jene Göttin hin, welche ich zum Gegenstand dieser Abhandlung gewählt habe. Eine Vorstellung welche für die interessante Stelle des Plinius einen erfreulichen Commentar giebt, habe ich Taf. II, 11 zeichnen lassen, eine schöne von Schlichtegroll ([3]) und Millin ([4]) bereits publicirte Paste der Stoschischen Sammlung ([5]), und als Hebe die den Adler liebkost, nicht mit Unrecht aufgefafst. Bemerkenswerth erscheint in dieser Vorstellung die Weltkugel, auf welche der Adler mit einer seiner Klauen tritt, auf eine ernstere Weise denselben Gedanken verrathend welcher jenem Balle in der Nähe der Thalia auf dem Hamiltonschen Vasenbilde zum Grunde liegt.

Auf denselben Mythos bezieht sich wahrscheinlich auch ein schöner Taf. II, 12 gestochener Stein der auf eine neue und höchst geistreiche Weise das Bild der vom Adler geraubten Heroine uns vergegenwärtigt und mit dem wir unsre Untersuchungen über den Aeginaraub schicklich beschliessen.

([1]) L. X, c. V.: *Est percelebris apud Seston urbem aquilae gloria: educatam a virgine retulisse gratiam aves primo, mox deinde venatus aggerentem. Defuncta postremo, in rogum accensum ejus injecisse sese et simul conflagrasse. Quam ob causam incolae quod vocant Heroum in eo loco fecere adpellatum Jovis et Virginis quoniam illi Deo ales adscribitur.*

([2]) *Virginis* hier als synonym von *Juventutis* oder auch von *Hera Parthenia* (Ann. de l'Institut Vol. IV, p. 217-230).

([3]) Pierres gravées XXXIII.

([4]) Gal. myth. pl. XLVII, 218.

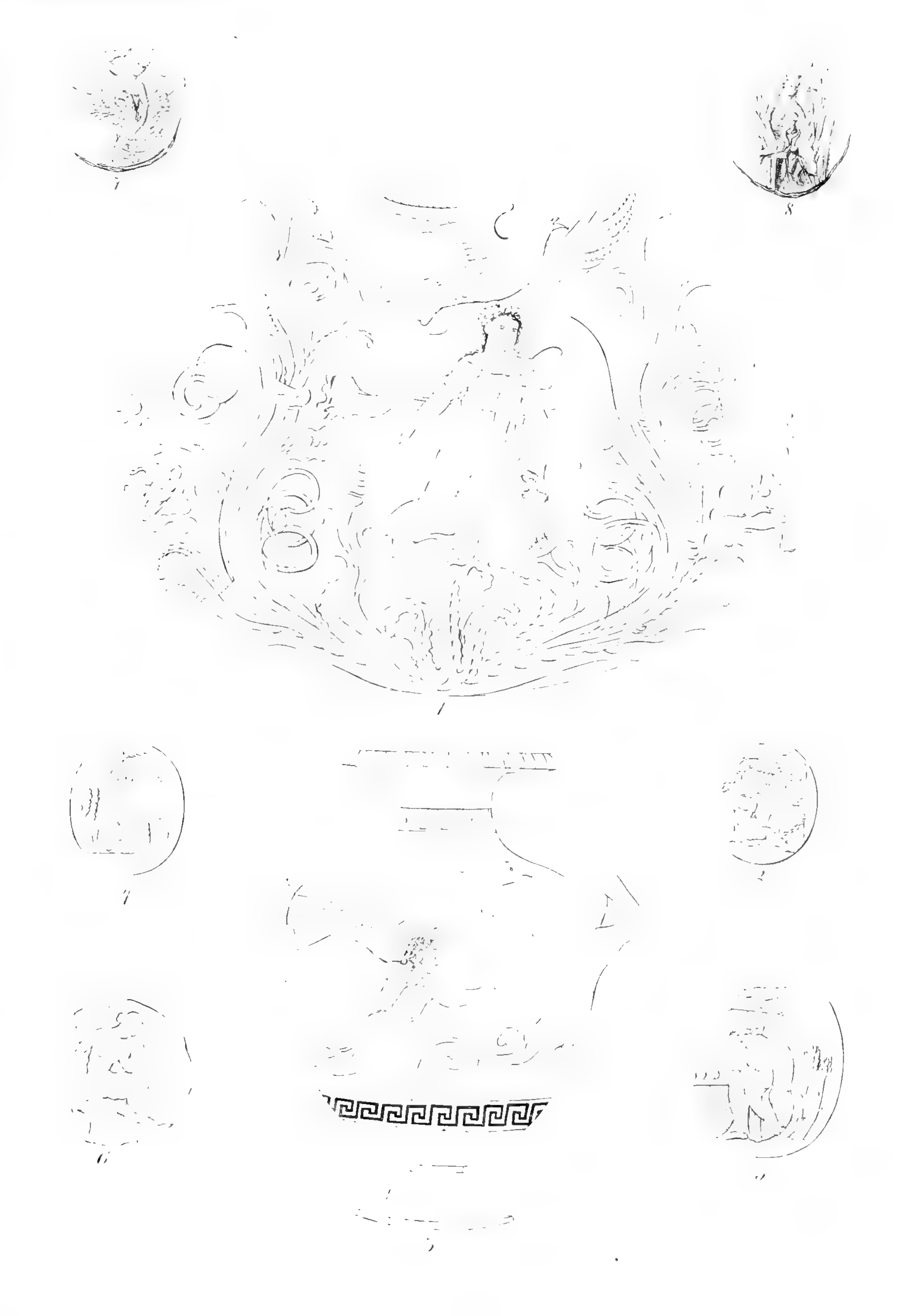
([5]) Winckelmann Catal. II Kl. III Abthl. 174: Antike Paste mit angegriffener Oberfläche: Hebe halb entblöfst liebkofst den Adler Jupiters. — Tölcken Verz. III Kl. II Abth. 159 Violette antike Paste: Hebe die Tochter Jupiters und der Juno liebkost den Adler Jupiters.

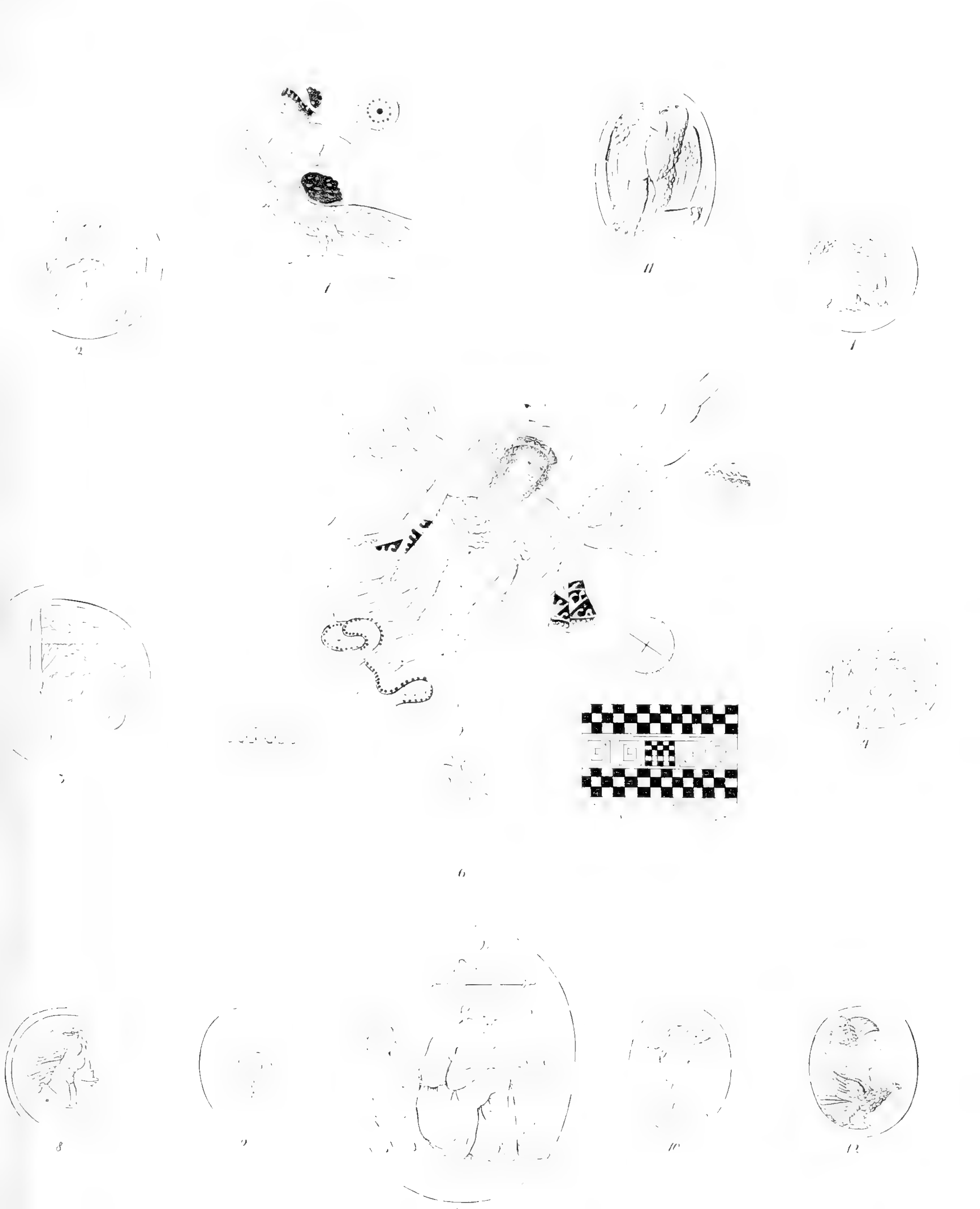
Nachschrift zu Taf. II, 4.

Da Herr Professor Tölken es verabsäumt hat seinem Verzeichnifs der geschnittenen Steine bei jedem einzelnen Denkmal wie es sich gebührte, die Winckelmannsche Bezifferung in Parenthese zum Behuf des Vergleichs und der Benutzung der Pastenabdrücke beizufügen, so darf ich wohl auf die Nachsicht des Lesers rechnen wenn es mir erst nach dem Druck meiner Abhandlung gelungen ist, des Herrn Tölken Ansichten über die Taf. II, 4 publicirte Paste aufzufinden und hier wörtlich abzudrucken. In der III Kl. IV Abth. no. 1199, S. 215: »Tiefblaue »antike Paste. Die Heilschlange des Aesculap um einen Baum gewunden, an dessen Fufs eine »Strom-Nymphe auf ihre Urne gelehnt schläft; vor der Schlange stehen zwei Römer in der »Toga, wovon der erste die Hand betend erhebt, so dafs diese Darstellung sich wahrscheinlich »auf den Dienst des Aesculap zu Rom bezieht, für welchen eine der heiligen Schlangen von »Epidaurus auf die Tiber-Insel versetzt worden war, wo sich der Tempel des Aesculap be- »fand. Die Ähren, welche die Gruppe zu beiden Seiten einschliefsen, dürften sonach nur »die Lokalität bezeichnen, da die Insula Tiberina aus konfiscirtem und in den Strom geschüt- »teten Getreide entstanden sein sollte; und vielleicht haben die Bienen über der schlafenden »Nymphe dieselbe Bedeutung, indem die Insel Heiligthümer ländlicher Gottheiten enthielt, »also gewifs auch Gärten, und der Vogel mit langem Schnabel, der auf dem Baume sitzt, wäre »die avis Martia, der den Römern heilige weissagende Baumspecht. Zu den Füfsen der »Nymphe bemerkt man ein Schöpfgefäfs.«

S. 327 des Tölkenschen Verzeichnifses V Kl. II Abth. 136: »Tiefblaue antike Paste. »Die Entdeckung der Aqua Virgo, welche durch Agrippa im J. 19 v. Chr. nach Rom gelei- »tet wurde. Die Nymphe der Quelle schläft auf ihre Urne gelehnt neben einem Baume, zu »ihren Füfsen steht ein Schöpfgefäfs, neben ihr schwärmen Bienen und wachsen Ähren »und um den Baum über ihr windet sich eine Heilschlange, um die Segnungen dieses Wassers »anzudeuten; die sich nähernden beiden Römer sind Agrippa und der Entdecker der Quelle, »welche die prophetische avis Martia ihnen zu zeigen scheint (*).«

(*) »Diese Paste ist bereits Kl. III, No. 1199 aufgeführt; die jetzt gegebene Deutung scheint aber die etwas gehäuften »Zeichen dieses Denkmals noch befriedigender zusammen zu knüpfen.«







Über
die Anordnung und Verwandtschaft des Semitischen, Indischen, Alt-Persischen, Alt-Ägyptischen und Äthiopischen Alphabets.

Von
Hrn. LEPSIUS.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 12. November 1835.]

1. Die Anordnung der Buchstaben in unsern Europäischen Alphabeten ist bekanntlich, so wie die Zeichen selbst und ihre Namen, Semitischen Ursprungs. Sie reicht ohne Zweifel in ein sehr hohes Alterthum und ist eins der wichtigsten Fakta in der Geschichte der Schrift sowohl als der Sprache. Dennoch sind nur wenig Versuche bis jetzt gemacht worden, den Ursprung dieser Anordnung aufzufinden. Einige mystische Erklärungen abgerechnet, hielt man sie meist für rein zufällig. Wir finden bei Plutarch in den *Symposiacis* (1) ein gelehrtes Gespräch über den Grund, warum das Alphabet gerade mit *alpha* anfange. Der Grammatiker Protogenes gab auf die an ihn gerichtete Frage darüber folgende Antwort, die damals in den Schulen gegeben zu werden pflegte. ,,Die Vocale, sagte er, gehen mit Recht den Consonanten und Halbvocalen vor; unter den Vocalen haben wieder die zweizeitigen *α, ι, υ* einen höheren Werth; unter diesen endlich entscheidet sich die Sprache selbst gleichsam für das *α*, indem dieses, wenn es sich mit *ι* oder *υ* zu einer Sylbe verbindet, ihnen immer vorausgeht, und man nie *ια, υα*, wohl aber *αι* und *αυ* findet.'' Das letzte ist in der That eine ganz feine Bemerkung, die, so äufserlich sie gegeben ist, doch einen innern sprachlichen Grund hat. — Da wendet sich Ammonios an Plutarch und fragt ihn, ob er als Böotier nicht den Cadmus vertheidigen wolle, welcher gesagt habe,

(1) IX, 2.3.

„dafs *α* deshalb den ersten Rang behaupte, weil sein Name bei den Phöniziern, von denen die Griechen das Alphabet erhalten, Stier bedeute, und dieses Thier nicht das zweite oder dritte nützliche Thier sei, wie Hesiod sage, sondern das erste von allen". Auch hier werden die Mythologen sogleich erkennen, dafs diese Rede nicht aus der Luft gegriffen ist; *alef* bedeutet in der That den Stier, das Symbol der höchsten orientalischen Gottheit. Mit ihm begann daher der Thierkreis, ehe die Sonne durch die rückweichenden Nachtgleichen in den Widder trat, mit ihm auch das altorientalische Alphabet. Diese Übereinstimmung ist bekannt, erklärt aber vielmehr den ersten der Buchstaben-Namen, als den ersten Buchstaben selbst. — Plutarch zieht daher auch dem Cadmus seinen eigenen Grofsvater Lamprias in dieser Angelegenheit vor, welcher sagte, „dafs *a* das Alphabet beginne, weil es der Buchstabe sei, welcher am wenigsten irgend einer besondern Artikulation bedarf, und bei dessen Aussprache der Mund in seiner natürlichen Stellung bleibt." Hiermit stellt also Plutarch wenigstens für den Anfangsbuchstaben des Alphabets ein organisches, in der Natur des Lautes selbst gegründetes Prinzip auf. Und dies Gefühl hat ihn in diesem Falle auch nicht getäuscht, obgleich er dasselbe Prinzip nicht auf die übrigen Buchstaben anzuwenden wufste. Er hält daher auch an seiner Erklärung nicht fest. Das Gespräch geht noch weiter. Hermeias nimmt das Wort und treibt einige mathemathische Spielereien mit der Anzahl der Buchstaben, worauf dann endlich der Grammatist Zopyrion, der schon lange für sich gelacht hatte, das Gespräch beschliefst, indem er dies Alles Possen nennt (*πολλὴν φλυαρίαν*) und meint, dafs sowohl die Anzahl, als die Ordnung der Buchstaben durchaus zufällig seien.

2. Einen anderen Weg schlugen einige Kirchenväter ein, die im Zusammenhange der hebräischen Buchstabennamen einen Sinn suchten, der zu ihrer Anordnung Veranlassung gegeben haben könnte. Eusebius in der *Praeparatio Ev.* (X, 5. und XI, 6.) findet folgenden, den einzelnen Worten keineswegs entsprechenden Sinn: *Μάθησις οἴκου, πλήρωσις δέλτων αὕτη· ἐν αὐτῇ ζῇ ὁ ζῶν, καλὴ ἀρχή· ὁμῶς μάθε — ἐξ αὐτῶν αἰωνία βοήθεια — πηγὴ ἢ ὀφθαλμὸς καὶ ςόμα δικαιοσύνης — κλῆσις κεφαλῆς καὶ ὀδόντων σημεῖα.* Hieronymus giebt fast nur die Übersetzung dieser Auslegung.

3. Von neuern Gelehrten ist mir keine Erklärung der Semitischen Ordnung bekannt. Hoffmann in seiner *Grammatica Syriaca. Halae* 1827,

die eine sehr schätzbare Übersicht der Syrischen Paläographie in ihrer geschichtlichen Entwickelung enthält, kommt p.81. auf die Buchstabenordnung zu sprechen, und sagt darüber: *Litterarum ordo supra propositus neque organorum, quibus singulae eduntur (ordo naturalis) neque similitudinis, quae inter quasdam intercedit litteras, ullam habet rationem. Quod enim Arabes seriores sibi licere putarunt, litteras similes in alphabeto conjungere, id Syri, pariter atque Hebraei non commiserunt, antiquum ordinem, ab inventore, uti videtur, jam constitutum, vetustateque sancitum religiose retinentes. Qua in re sunt laudandi, etiamsi divinus litterarum auctor hunc fortuito ac temere fecisse videatur ordinem.*

Ewald in seiner Kritischen Gramm. der Hebräischen Sprache. Leipzig 1827. sagt §.23: „Die Ordnung der 22 ist uralt. Aber in der Ordnung aller entdeckt man keine absichtliche Zusammenreihung weder nach dem Laute (nur die Liquidae למנ treffen zusammen) noch nach der Figur. Zuerst, scheint es, waren alle 22 einzeln: nachher ordnete man sie fester und nahm zugleich auf gewisse Ähnlichkeiten in der Bedeutung der Namen Rücksicht, also schon in einer Zeit, wo man noch diese Bedeutung kannte. So stehen ז und ח (Schild, Reisetasche), י und כ (Hand, hohle Hand), מ und נ (Wasser, Fisch), ע, פ, ק, ר und ש (Auge, Mund, Ohr, Kopf, Zahn) gewifs nicht ganz zufällig zusammen." Die wunderbarste Lösung des Räthsels hat aber vor kurzem Hr. Prof. Seyffarth in einer besondern Schrift ([1]) aufgestellt, in welcher er zu beweisen sucht, dafs das semitische Alphabet eine Constellation enthalte, welche von Noah selbst dem Erfinder dieses Alphabets und zugleich des Thierkreises, am 7. Sept. des Jahres 3446 v. Chr. unmittelbar nach der Sündfluth beobachtet worden sei. Er glaubt, dafs jeder Buchstabe einem halben Zeichen des Thierkreises, und jeder Vocal einem der 7 Planeten entspreche nach einer von den Alten uns überlieferten Ordnung, deren Kenntnifs es uns möglich macht, die Constellation mit Hülfe der astronomischen Tafeln zu berechnen.

([1]) Beiträge zur Kenntnifs der Litteratur, Kunst, Mythologie und Geschichte des alten Ägyptens. 6. Heft 1834. unter dem besondern Titel: Unser Alphabet ein Abbild des Thierkreises mit der Constellation der 7 Planeten, am 7. Sept. des Jahres 3446 v. Chr., angeblich zu Ende der Sündfluth, wahrscheinlich nach eigenen Beobachtungen Noahs. Erste Grundlage zu einer wahren Chronologie und Kulturgeschichte aller Völker.

4. Ich gehe zu meiner eigenen Erklärung über, der ich folgende sprachgeschichtliche Bemerkung vorausschicken mufs.

Die Neigung der Sprachen, die stummen Consonanten immer mehr zu erweichen, zu aspiriren und zu assibiliren, ist ein leicht zu constatirendes Faktum. Diese Lautveränderung beginnt in der Regel erst dann, wenn der Schriftgebrauch allgemeiner wird. Diese wichtige Periode in der Kulturgeschichte eines jeden Volkes ist überall, wo wir sie beobachten können, vom durchgreifendsten Einflusse auf die Sprache in allen ihren Theilen und namentlich auch auf ihre Elemente, die einzelnen Laute. Die Vocale spalten sich immer mehr und drängen im Ganzen nach den hellen Vocalen *e* und *i* zu, die Liquidae gewinnen mehr Umfang, und die stummen Consonanten werden, wie schon gesagt, erweicht, aspirirt und namentlich assibilirt.

Die Griechische Sprache hatte vor Einführung der Palamedischen und Simonideischen Buchstaben, nur einen Zischlaut Σ. Später erst kamen die Aspiraten Φ, Χ, Θ und die Sibilanten Ξ, Ζ, Ψ hinzu. In der Römischen Sprache war gleichfalls ursprünglich nur S vorhanden; aufserdem kein Zischlaut und von den Aspiraten nur F. Später nahmen sie von den Griechen X und Z an. Die Aussprache assibilirte aber bald *c* und *t* vor *i* und *e*. In den Romanischen Sprachen ist bekanntlich die Assibilation der Gutturale *c*, *g*, *j* und des Dentals *t* noch viel weiter gedrungen: *cera* (spr. *kera*, gr. κηρός) wurde fr. *cire* (spr. *sire*); *quinque cinq*; *camera*, *caballus* wurde *chambre*, *cheval*; *g*(*h*)*enius génie*; *jacet gît*; *jungere joindre*; *nat*(*h*)*io nation*; *radere raser*; *audere oser* u.s.w. Die Gothische Sprache hatte noch keine Aspirata der Gutturale *ch*, noch kein *sch*, und kannte *z* noch nicht als Aspirate der Dentale, *tva* wurde *zwei*, *taíhun zehen*, *suti süfse*, *vatô Wasser*, *tagr Zähre* u.s.w. — Dieselbe Erscheinung zeigt sich in verschiedenen Alphabetsordnungen. Im Arabischen wurden hinter dem *Abuǵed* (der alten semitischen Alphabetsordnung) noch 6 Buchstaben zugefügt, 3 Aspiraten und 3 Zischlaute. Das Georgische Alphabet hat hinter den 22 alten Buchstaben noch 18 andere aufgenommen, worunter 7 Aspiraten und 8 Zischlaute sind. Im Sanskrit werden die 3 Zischlaute im Alphabete hintenangesetzt. —

Aus dieser den verschiedensten Sprachen gemeinschaftlichen Erscheinung schliefse ich, dafs auch im semitischen Alphabete die Zischlaute ז,

צ, ש und selbst der älteste Zischlaut ס jünger als die Mutae sind. In der That ergiebt die Sprachforschung für diese Laute dasselbe Resultat, indem die meisten Wörter mit jenen Zischlauten auf Wurzeln im Semitischen oder Indogermanischen Sprachstamme zurückführen, welche *k* oder *t* Laute zeigen (1). —

5. Auch der Consonant *r* ist kein ursprünglicher, und läfst sich in den meisten Sprachen als aus andern Consonanten hervorgegangen nachweisen. Am frühsten spalteten sich *l* und *r* aus einem beiden verwandten Laute, der je früher, desto vocalischer erscheint. Manchen Sprachen fehlt daher einer von beiden Buchstaben ganz, oder einer vertritt vielmehr den andern. Die Chinesen haben kein *r*; ihr *cul* wird von Abel-Rémusat (2) folgendermafsen beschrieben: *son guttural, tout-à-la-fois initial et final, qui a de l'analogie avec le ł polonais. On a cherché à l'exprimer par lh, ulh, urh,* etc. Das Polnische ł ist aber ein Lingual und erhält nur den dumpfen Ton, weil die Zungenspitze zurückgezogen wird; so ist es auch wohl ungenau, das Chinesische *cul* Guttural zu nennen. Die alten Perser hatten dagegen kein *l* (3). Im Zend entspricht *r* durchgängig zugleich dem sanskrit. *l*. Ja ich zweifle nicht, dafs dem Sanskrit selbst früher das *r* als von *l* getrennter Buchstabe fehlte. Ich habe andern Ortes (4) durch die paläographische Figur zu zeigen gesucht, dafs der Consonant *r* im Dêvanâgari zu den später zugefügten gehört, welche keinen Seitenstrich annahmen und nach der Rechten gekehrt wurden. Es

---

(1) Vor ganz kurzem ist mir das „Lehrgebäude der Aramäischen Idiome mit Bezug auf die Indo-Germanischen Sprachen von Julius Fürst. (Formenlehre der Chaldäischen Grammatik) Leipzig 1835." zugegangen, ein Werk, welches, so weit ich es bis jetzt kennen gelernt habe, von gründlicher Forschung und richtigen Ansichten die deutlichsten Beweise abgiebt. In den Paragraphen über die Zischlaute geht der Verfasser von demselben Gesichtspunkte aus, den ich so eben bezeichnet habe, und giebt §. 39. hinlängliche Belege für die Entstehung der Zischlaute aus den *k* und *t* Lauten. Ich begnüge mich daher, auf dieses Werk zu verweisen.

(2) *Élémens de la Grammaire Chinoise* p. 24.

(3) Burnouf, *Commentaire sur le Yaçna,* tom. I. p. LXXVIII: *Nous ferons remarquer en outre, que ce signe remplace non-seulement le r dévanâgari, mais même le l, liquide que ne possède pas le Zend.* — Bopp, Vergleichende Grammatik p. 43.

(4) Paläographie p. 10. 49.

ist hier noch anzuführen, dafs sich in der That in den ältesten Stücken der Sanskritliteratur, den Vedas, noch ein Zeichen ळ findet ([1]); welches von den Grammatikern *lra* wieder gegeben wird. An eine so harte Verbindung wie *lr* aus zwei Liquiden zu einem Buchstaben, ist gar nicht zu denken. Es ist also ohne Zweifel jener chinesische und altpersische Urlaut, der zwischen beiden Buchstaben stand, und der später natürlich aufser Gebrauch kommen mufste, als sich *l* und *r* bestimmt geschieden hatten. Endlich kannte auch der altägyptische Mund nur diesen schwankenden Laut, mit dem sie bald das *r*, bald das *l* der fremden Sprachen ausdrückten ([2]). Der Mund (koptisch *ro*) wird jetzt meist durch *r*, der Löwe (*laboi*) durch *l* wiedergegeben; aber schon im Namen des *Hakr* ([3]) (Ἄχωρις bei Manethon, Ἄκορις bei Diodor. Sicul.) und des *Xerxes* ([4]) findet sich der Löwe als *r* und in den spätern griechischen und römischen Namensschilden wird eben so oft *Ptoremaeus*, *Arexandel*, *Creopatla*, *Autoklatol* etc. geschrieben, als *Ptolemaeus* u. s. w. — Endlich beweisen noch unzählige Fälle, wo *r* und *l* in den verschiedenen Sprachen und Dialekten wechseln, wie nahe sich diese beiden Buchstaben stehen. Im Ganzen ist dann immer *r* der jüngere Buchstabe, und dies gilt auch von vielen Sanskritwurzeln, wie *pûr* im Vergleich mit πλ-έος, *pl-enus*, goth. *full-s*, voll; *sûr-ja* gegen *sol*, ἥλ-ιος, goth. *sauïl* u. v. a. Der Übergang von *l* in *r* geht noch immer in einigen Sprachen fort, vgl. die französischen Endungen in *apôtre* (*apostolus*), *épitre* (*epistola*), *timbre* (Stämpel), *sabre* (Säbel), *titre* (Titel) u. s. w.

6. Wo *r* nicht aus *l* hervorgegangen ist, ist es meist aus *s* entstanden. Bekannt ist dieser sehr allgemeine Übergang im Griechischen, besonders im Dorischen, wo man σιόϱ statt ϑεός, und so fast in allen Endungen ϱ statt σ sprach. Ebenso ist bekannt, dafs die Römischen Familien der *Furii*, *Valerii*, *Veturii* u. v. a. früher *Fusii*, *Valesii*, *Vetusii* hiefsen; *honos*, *arbos*, *quaeso* u. andere, wurden noch später neben *honor* u. s. w.

([1]) Bopp, Krit. Gramm. der Sanskrit-Sprache in kürzerer Fassung p. 1. — *Grammat. critica* §. 22. — In der Vergleich. Gramm. §. 1. wird dieser Buchstabe vielmehr den Grammatikern zugeschrieben.

([2]) Champollion, *Précis du Système Hiéroglyphique.* 2. Ausg. 1828. p. 60. u. an a. O.

([3]) Ebend. *Tableau général* n. 124. p. 243.

([4]) Ebend. *T. g.* n. 125. p. 232.

gebraucht, *lases*, *fesiae*, *pignosa*, *plisima* u. a. kennen wir nur noch durch die Grammatiker als früher im Gebrauche. Wie der Dorische Dialekt unter den Griechischen, so zeichnete sich der Umbrische Dialekt unter den Italischen durch seinen Rhotacismus aus ([1]). Dieselbe Erscheinung kehrt endlich auch im altnordischen (isländischen) Dialekte unter den germanischen Sprachen wieder ([2]), der sich auch wie der Lakonische und Umbrische Dialekt unter den andern durch den weit vorgedrungenen Rhotacismus auszeichnet. Während die Gothen noch *basi* statt Beere, *láisjan* für lehren, *háusjan* f. hören, u.s.w. sagten, findet sich im Altnordischen auch *hêri* für Hase, *fiskr* (der Fisch) st. goth. *fisks*, pl. *fiskar* st. goth. *fiskôs* u.s.w.

7. Endlich geht *r* auch oft aus *d* hervor, namentlich im Lateinischen ([3]); zuweilen auch aus *n* ([4]), also wie wir sehen fast aus allen Dentalen oder Lingualen, weil es selbst ein Lingual ist; denn die gutturale harte Aussprache in manchen semitischen Sprachen und jetzt besonders im nördlichen Europa, ist im ganzen die seltnere und jedenfalls spätere.

8. Aus dem, was bisher über *r* gesagt worden ist, scheint mir zu folgen, dafs die spätere Hervorbildung des *r* aus andern Buchstaben, namentlich aber aus *l*, eine allgemeine Spracherscheinung ist, und dafs wir daher auch im semitischen Alphabete, wo *r* auch äufserlich von den drei übrigen Liquidis *l*, *m*, *n* getrennt ist, diesen Buchstaben für jünger anzusehen haben.

9. Nehmen wir nun vorläufig die Zischlaute und *r* aus dem Alphabete heraus, so behalten wir folgende Buchstaben:

א ב ג ד
ה ו ח ט
(כ י) ל מ נ
ע פ ק ת

Hiermit ist aber auch schon das Prinzip der semitischen Alphabetsordnung

---

([1]) *De Tabulis Eugubinis. Berolini* 1833. p. 86. ff.

([2]) Grimm, Deutsche Gramm. I. p. 305.

([3]) S. meine *Tub. Eug.* p. 18. ff.

([4]) Z. B. die lateinische Infinitivendung *-re* aus der griechischen *-ναι*, wenn nicht vielmehr beiden ein ursprüngliches *s* zum Grunde liegt. Vgl. *diacre* aus *diaconus* u. a.

vor Augen gelegt; es ist ein organisches; denn wem sollte die gleiche Anordnung der 3 Reihen *mutae* entgehen?

א	ב	ג	ד
ה	ו	ח	ט
ע	פ	ק	ת

Jede Reihe beginnt mit einem der 3 schwachen Gutturale oder Hauche, die in den Europäischen Alphabeten als die 3 Grundvocale erscheinen א *A*, ה *E* und *I*, ע *O* und *V* (1); die erste mit dem schwächsten א, die zweite mit dem stärkeren ה, *he*, die dritte mit dem stärksten ע, *ghaïn*. Dann folgt in jeder Reihe ein Labial, in der ersten die Media ב, *b*, in der zweiten die Aspirata ו, *v* lat. *f*, in der dritten die Tenuis פ, *p*. Hierauf die drei Gutturale, die Media ג, *g*, die Aspirata ח, *ch*, die Tenuis ק, *q* d.i. *ku*. Es schliefsen endlich die drei Dentale in derselben Ordnung, Media ד, *d*, Aspirata ט, *th*, Tenuis ת, *t*. Wir sehen also in jeder der 3 Reihen einen schwachen Guttural oder Hauch beginnen, dann einen Labial folgen, hierauf einen Guttural, und endlich einen Dental. Betrachten wir dieselben Buchstaben in verticalen Reihen, so beginnt die Media, folgt die Aspirata und schliefst die Tenuis. Diese Anordnung kann nicht durch Zufall entstanden sein.

10. Zwischen der 2ten und 3ten Reihe sehen wir die Liquidae *l*, *m*, *n* und das älteste *s*, *samech*, eingeschoben. Zu einer wirklichen Einschiebung, als schon die drei Reihen vorhanden waren, würde gar kein Grund denkbar sein. Vielmehr ist anzunehmen, dafs das frühste Alphabet mit *s* schlofs, und nur zwei Reihen Mutae hatte. Es ist eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung, die sich aber von allen Seiten bei paläographisch-linguistischen Untersuchungen bestätigt, dafs sich die scharf articulirten Tenues am spätesten unter den Mutis hervorgebildet haben. Es ist mit dieser Behauptung vorsichtig zu verfahren, denn ich will damit nicht sa-

---

(1) Dafs *O* und *V*, griech. Υ, wirklich beide aus dem ע *aïn* hervorgegangen sind, indem *O* die ältere geschlossene Phönizische, *V* die offene Aramäische Form zeigt, geht schon aus der blofsen Zusammenstellung bei Kopp, Bilder und Schriften, II. p. 392. hervor. Mehr habe ich darüber *De Tabb. Eugubinis* p. 75. ff. gesprochen. Über *E* und *I* s. unten.

gen, dafs die Aussprache der Mediae, wie wir sie heutzutage den Tenues entgegensetzen, früher vorhanden gewesen wäre, sondern es existirte der ganze Gegensatz nicht, wie er noch immer bei vielen Völkern nicht existirt. Namentlich ist es vom ganzen mittlern und südlichen Deutschland bekannt, dafs hier die Volksaussprache keinen Unterschied zwischen Mediae und Tenues macht, dafs sie für beide ein und dieselbe mittlere Articulation hat, welche härter ist, als die der Mediae in Norddeutschland, und weicher als die der Tenues; daher nichts gewöhnlicher ist, als dafs das norddeutsche an den strengen Unterschied gewöhnte Ohr im sächsischen oder süddeutschen Munde immer den entgegengesetzten Buchstaben zu hören glaubt, weil ihm in der That niemals der erwartete Ton entgegenkommt. Wenn die Grammatiker sagen, dafs die Araber kein *p* kennen, so ist dies ebenso zu verstehen, es wird durch ihr *b* mit vertreten, welches ohne Zweifel auch nicht so weich wie das norddeutsche ausgesprochen wird. Eben so wird das ک, *caf*, von dem gröfsten Theile der arabisch redenden Völker vielmehr wie *ga* als wie das scharfe *ka* ausgesprochen, welches sie in der Aussprache ebensowenig wie *pa* kennen, denn ق, *kaf* ist ein uns fremder Guttural, der unserm *ch* näher kommt. Ebenso haben die Äthiopen erst spät *p* in ihr Alphabet aufgenommen und ihm die letzte Stelle darin angewiesen; früher schrieben sie in fremden Namen statt ፐ, *pa*, immer በ, *ba* (1). Bei den Äthiopen ist der Übergang noch vollständiger nachzuweisen. Die fremden Wörter, die am frühsten äthiopisch geschrieben wurden, zeigen, wie schon gesagt, በ, *ba* statt *pa*. Später wurde für diese Fälle ein eigener Buchstabe ጰ, *p̓a*, eingeführt, von welchem Ludolf sagt: *ex nimio nisu prodiit novus et mirabilis sonus* ጰ, welches ein weit härterer und rauherer Ton als *p* war. Noch später lernten sie erst *p* wie andere Völker aussprechen, und fügten dann ፐ, *pa*, hinzu; so verrathen die fremden zu den Äthiopen gekommenen Worte die Zeit ihrer Aufnahme, je nachdem *p* durch በ, ጰ oder ፐ wiedergegeben ist. Auch im Hebräischen erhält פּ, *phe*, erst den Ton *pe* durch das hineingesetzte *dagesch lene*, woraus deutlich hervorgeht, dafs diese letztere Aussprache eine jüngere ist. — Endlich fehlt *p* auch den alten 16 Runen; es ist unter den zugefügten 4 punktirten Runen, und ᛔ, *p*, ist hier aus ᛒ, *b*, hervorgegangen, wie die Figur zeigt.

---

(1) Ludolf, *Gramm. Aeth., Francof. a. M.* 1702.

Nicht anders ist gewifs die Erscheinung aufzufassen, wenn in andern Alphabeten, wie in den altitalischen die Mediae fehlen. Hier wurde ohne Zweifel derselbe Mittelton, der dort durch die Mediae ausgedrückt wurde, durch die allein vorhandenen Tenues bezeichnet. Das etruskische K vertrat, wie im Altlateinischen zugleich *g*. Für diesen Buchstaben sehen wir denselben Fall im nordischen Runenalphabet, welches früher, wie für *b* und *p*, nur einen Buchstaben für *g* und *k* hatte, hier aber nicht *k* aus *g*, wie *p* aus *b*, sondern ᚴ, *g*, aus ᚴ, *k*, hervorgehen liefs, und zur Unterscheidung mit einem Punkte bezeichnete.

11. Die angeführten Beispiele werden die Überzeugung erleichtern, die sich bei ferneren alphabetischen Untersuchungen immer mehr aufdrängt, dafs im semitischen Alphabete die erste Reihe der Mutae früher zugleich auch die Tenues vertrat, und das Alphabet einst mit *samech* schlofs; dafs die dritte Reihe der Mutae sich erst später bildete und deshalb in derselben Ordnung wie die beiden ersten Reihen, aber erst hinter *samech* und den Liquiden zugefügt wurde. Wir finden daher aufser dem organischen Prinzipe in diesem Faktum zugleich ein historisches; und ich stehe nicht an, in meiner Behauptung noch weiter zu gehen, und nicht allein in diesem Punkte, sondern in der ganzen Organisation dieses merkwürdigen ältesten Alphabets beide Prinzipe vereinigt anzuerkennen. Es gewinnt dadurch das höchste Interesse für die allgemeine Sprachforschung und wenn ich hier nicht darauf eingehe, die angedeutete Entwickelung des semitischen Alphabets noch höher hinauf zu verfolgen, so geschieht es, weil eine Behandlung der umfassenden Fragen, die dadurch herbeigeführt würden, aufser den Grenzen dieses Aufsatzes liegt und weil ich der Geschichte des Alphabetes in linguistischer und paläographischer Beziehung eine ausführliche Behandlung zu widmen denke.

12. Ich will hier nur noch einige Punkte herausheben, die schon aus dem bisher Gewonnenen hervorgehen und auf einige vielbesprochene Fragen neues Licht werfen. Zunächst geht aus der ursprünglichen Anordnung der 3 Reihen Mutae klar hervor, dafs ו, *vav*, nicht von Anfang an Vocal war, sondern wie *chet* und *thet* Aspirate, wie *bet* und *pe* Labial war, so wie wir F in den europäischen Alphabeten finden. Mit der Frage über die ursprüngliche Vocalität von *vav* hängt genau die über *jod* zusammen. Für *jod* finden wir in dem ursprünglichen Alphabete gar keine Stelle. Es ist auch nicht

schwer für die semitischen Sprachen nachzuweisen, was für die indogermanischen längst anerkannt ist, dafs früher nur drei Grundvocale *a*, *i*, *u* unterschieden wurden, und sich erst später *i* in *e* und *i*, *u* in *o* und *u* spaltete. Von *ghaïn*, aus dem *o* und *u* hervorging, ist schon oben (§. 17. Note) gesprochen worden. Die Vocale *e* und *i* gingen ebenso aus dem einen *he* hervor. Daher noch im Phönicischen, Althebräischen, Samaritanischen u. a. Alphabeten dieselbe Figur ⋜ beide Vocale bezeichnet. Ganz verschieden davon ist der *i* Haken, der in den Aramäischen Alphabeten und so auch in der hebräischen Quadratschrift erscheint. Kopp (Bilder und Schriften II. p. 386.) stellt unter *jod* beide Zeichnn neben einander, ohne auf den ganz verschiedenen Ursprung beider aufmerksam zu machen. Dieses aramäische י, *jod*, ist eine höchst merkwürdige Spur wirklicher sehr alter Vocalstriche, wie wir sie in der Sanskritschrift finden, und die ich im semitischen Alphabete aufser *jod* nur noch im *u* Striche des *kof* ק und im *r* Striche des ל erkenne, den drei einzigen Buchstaben der Quadratschrift, die aus der Reihe der übrigen Buchstaben heraustreten. Was wir unten über den gemeinschaftlichen Ursprung des semitischen und indischen Alphabets sehen werden, wird begreiflich machen, warum ich in י, ל und ק eine wirkliche Verwandtschaft mit dem übergesetzten *i* und *r* Haken und dem untergesetzten *u* Haken des Sanskrit anerkenne; es ist dabei zu bemerken, dafs in dem spätern Punktationssysteme der semitischen Schrift gerade umgekehrt der *i* Punkt unter, der *u* Punkt über die Linie gesetzt wurde, wodurch jeder Zusammenhang mit dem ältern chaldäisch-indischen Vocalisationssysteme unwahrscheinlich wird. Ich mache hier übrigens noch darauf aufmerksam, dafs die paläographische Bemerkung, die ich so eben über die drei Buchstaben *jod*, *lamed* und *kof* gemacht habe, nicht die einzige und wesentlichste ist, die mich überzeugt hat, dafs die hebräische Quadratschrift gröfsere Aufmerksamkeit verdient und in vieler Beziehung mehr Alterthümlichkeit bewahrt hat, als die althebräische und alle übrigen semitischen Schriften, die wir kennen. Die Quadratschrift ist allerdings für die Juden eine jüngere Schrift; nach den Untersuchungen von Kopp kann kein Zweifel mehr obwalten, dafs es ein aramäischer Schriftdialekt ist, den die Juden wahrscheinlich in Babylonien aufnahmen. Es wäre aber gar nicht zu verwundern, wenn die chaldäisch-babylonische Priesterschaft das alte semitische Alphabet treuer bewahrt oder wenigstens regelmäfsiger fortgebildet hätte, als die südsemi-

tischen Völker, bei denen die Priesterkaste und alle religiösen Observanzen mehr zurücktraten. Die Quadratschrift trägt offenbar den Charakter einer heiliggehaltenen Schrift, wie das Dêvanâgari bei den Indern; beide Schriften haben auch ungefähr dasselbe Verhältnifs zu den übrigen Schriftdialekten, die sich bei andern semitischen Völkern und in Indien finden. Die verschiedenen, dem Dêvanâgari näher oder ferner stehenden Schriftarten, die wir durch Inschriften kennen, oder noch in gewissen Ländern in Gebrauch finden, enthalten viele einzelne Züge, die alterthümlicher als im Dêvanâgari erscheinen; aber dieses ist dagegen weit regelmäfsiger fortgebildet, daher durchsichtiger und die ursprüngliche Bedeutung fester haltend, als alle übrigen Schriften, wie ich in meiner Abhandlung über die Sanskritschrift aufser Zweifel gesetzt zu haben glaube. In einem ähnlichen Verhältnisse steht die hebräische heilige Bücherschrift zu den übrigen semitischen Schriften. Im Dêvanâgari ist das Verhältnifs der Vocalstriche zu den Buchstaben der Zeile, noch rein erhalten und leicht auseinander zu legen; in allen übrigen Schriften sind die Vocalstriche mit den Buchstaben verschmolzen und nur durch Vergleichung mit dem Dêvanâgari, und selbst dann oft nur unsicher auszuscheiden. Bleiben wir bei den entsprechenden Spuren der Vocalstriche in den semitischen Schriften stehen, so treten diese in keiner so deutlich hervor, wie in der Quadratschrift. Namentlich ist der *u* Strich in ק, *kof*, der diesen Buchstaben allein von dem später noch besonders hinter *jod* ohne diesen Strich aufgenommenen, ursprünglich aber consonantisch ganz gleichen כ, *kaf*, unterscheidet, in keiner andern semitischen Schrift getrennt erhalten, sondern überall mit dem Buchstaben verwachsen.

13. Fragt man, warum י, *jod*, als es von *he* getrennt wurde, gerade diese Stelle erhielt, so liegt auch hiervon der Grund wohl in der ursprünglichen Anordnung der Reihen. Als das semitische Alphabet nach Griechenland kam, wurde es in folgende Buchstaben übertragen:

α	β	γ	δ		א	ב	ג	ד	
ε	-	-	ϑ		ה	ו	ח	ט	
ι	λ	μ	ν	-	י	ל	מ	נ	ס
ο	π	Ϙ	τ		ע	פ	ק	ת	
υ	ϱ	χ	-						

Wie die beiden ersten Reihen, so beginnt auch jede folgende mit einem Vocale. Als sich *ghaïn* in *o* und *u* spaltete wurde *u* hinter *t* zugefügt und

begann die neue Reihe, die sich in Griechenland nach dem Ausfalle der Aspiraten *vav* und *chet* bildete. Als sich *he* in *e* und *i* schon in Asien spaltete, lag es nahe, mit *i* die Reihe der Halbvocale beginnen zu lassen.

Aus dieser Zusammenstellung geht übrigens noch klarer hervor, wie unrichtig die Ansicht ist, dafs *jod* und *vav* von Ursprung an die Vocale *i* und *u* bezeichnet hätten, sei es allein, sei es zugleich mit Beibehaltung ihres consonantischen Werthes. (Diese letztere Meinung theilt auch Fürst: Chald. Gramm. §. 83.). Es ist hier genau die spätere Ausbildung der semitischen Sprachen, wie sie uns freilich gröfstentheils allein vorliegen, von dem frühern Zustande zu unterscheiden, aus dem sie hervorging, und der namentlich für den Sprachforscher von der gröfsten Wichtigkeit ist, weil gerade hier die Vergleichungspunkte mit den übrigen Sprachstämmen liegen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs in spätern Zeiten, und je später um so mehr, die drei Buchstaben א, ו, י als die nackten Vocale *a*, *i*, *u* gebraucht wurden. Auch hat die Sprachenvergleichung gar wohl auf die Halbvocale *j* und *w* in den Wurzeln Rücksicht zu nehmen und wird häufig in den indogermanischen Sprachen die Vocale *i* und *u* an ihrer Stelle finden, weil *j* und *w*, wie im Sanskrit य् und व्, fast immer aus *i* und *u* hervorgegangen sind, eine Erscheinung, die einen wesentlichen Theil der Wurzelbildung ausmacht, und von mir in der schon genannten paläographischen Abhandlung §. 51. ff. in ihrem Zusammenhange mit andern Weiterbildungen der Wurzeln aufgefafst ist. Aber es ist eben so unleugbar, dafs zu der Zeit, als sich das semitische Alphabet ausbildete, und selbst noch zu der Zeit, als es nach Europa gebracht wurde (und damals fanden sich schon die Zischlaute und *r*, *i* und *k*, an ihren Stellen), ו, *vav*, nicht als *u* Vocal gebraucht wurde, sondern *ghaïn*. Das eigenthümliche Verhältnifs von י habe ich schon berührt. Ich trenne es daher von den drei Buchstaben א, ח, ע, welche offenbar in der Anordnung der Reihen auf gleiche Stufe gestellt sind, und auch in den europäischen Alphabeten auf gleiche Weise durch die drei Grundvocale *a*, *i* (*e*), *u* (*o*) wiedergegeben worden sind.

Sollen wir nun also das semitische Alphabet jener Zeit in Consonanten und Vocale theilen, wie wir es bei den europäischen zu thun gewohnt sind? Ich habe mich schon andern Orts gegen diese Ansicht ausgesprochen, und ich kann hier nur von neuem die Überzeugung aussprechen, dafs die se-

mitische Schrift, wie auch die indische wesentlich Sylbenschrift ist, und diesen Charakter erst allmählig abgelegt hat.

14. Alle semitischen und indogermanischen Alphabete führen auf ein und dasselbe Grundalphabet zurück; dieses war ein Sylbenalphabet, d. h. jeder Buchstabe verband ein consonantisches und ein vocalisches Element zu einer untheilbaren Einheit. Der Gebrauch eines solchen Sylbenalphabets war schon ein sehr bedeutender Fortschritt in der abstrakten Auffassung und schriftlichen Bezeichnung der Sprache. Wir finden aber in allen diesen Sylbenalphabeten, so früh wir sie kennen lernen, das deutliche Streben diese Syllabität immer mehr aufzuheben, den Consonant vom Vocale zu trennen und beide Elemente besonders auszudrücken.

Wir finden dieses Streben in vier Hauptrichtungen sich entwickeln, die aber wieder auf zwei zurückgeführt werden können.

A. 1. Das Dêvanâgari, die heilige Schrift der Inder, war reine Sylbenschrift, ehe die Vocalstriche über und unter der Linie zugesetzt wurden; sie ist noch immer ohne dieselben lesbar, indem ohne alle nähere Bezeichnung jeder Buchstabe aufser dem consonantischen Elemente zugleich den Vocal *a* in sich schliefst, und mit ihm ausgesprochen wird. Schon die spätere Zufügung der Vocalstriche war ein Schritt zur Aufhebung der Syllabität. Noch später gab man den an sich ursprünglich bedeutungslosen Vocalstrichen durch gewisse äufserliche Unterscheidungen eine vom consonantischen Elemente unabhängige Bedeutung, setzte sie in die Reihe der übrigen Sylbenbuchstaben, und erhielt so, wie ich andern Orts gezeigt habe, die nackten Vocale. Diese wurden aber noch selten gebraucht, da sie nur im Anfange der Worte stehen können, und bei der ungetrennten Schrift der Inder sogar nur im Anfange der Abschnitte.

A. 2. Das vollständigste Syllabarium bietet uns die Äthiopische Schrift dar. Der wesentliche Schritt des Sanskrit, den *i* und *u* Haken selbstständig und den übrigen Buchstaben assimilirt, in die Zeile aufzunehmen, ist hier nicht gethan worden. Dagegen ist in anderer Beziehung das äthiopische Alphabet ein unmittelbarer Fortschritt von der indischen Schrift, der sich sogar in Indien selbst in den verschiedenen Volksschriften, nur nicht so consequent durchgeführt, vorfindet. Die verschiedenen Vocalstriche sind nämlich mit den Buchstabenformen verwachsen, und sind nicht mehr wie im Dêvanâgari beweglich; dadurch vervielfacht sich natürlich das Alphabet so-

viel mal, als verschiedene Vocale in der Sprache existiren. Die Sylben *pe*, *pi*, *po* u.s.w. haben jede eine besondere Bezeichnung, denen zwar eine gemeinschaftliche Form, die, rein erhalten, wie im Sanskrit *pa* ausgesprochen wird, zum Grunde liegt, die aber nicht mehr in ihre Bestandtheile aufgelöst werden können, und daher besonders aufgeführt werden müssen.

B. 1. Als die semitische Schrift nach Europa zu indogermanischen Völkern überging, welche durchgängig eine weit gröfsere Tendenz zur strengen Sonderung der Vocale und Consonanten in ihren Schriften zeigen, wozu sie nothwendig durch die weit höhere Bedeutung des Vocalismus in ihren Sprachen geführt werden mufsten, nahm man folgende höchst wichtige und einflufsreiche Veränderung mit diesem Sylbenalphabete vor. In den drei Hauptsylben א, *à*, ה *he* oder *hi*, und ע *gho* oder *ghu*, in denen der Vocal vorwaltete, liefs man den schwachen Guttural, das consonantische Element, ganz fallen, und betrachtete sie als reine Vocale *a*, *i*, *u*; in den übrigen Sylbenbuchstaben, in denen das consonantische Element vorzuwalten schien, liefs man das vocalische ganz fallen, betrachtete sie als reine Consonanten, und fügte nun immer eines der drei Vocalzeichen zu, um eine vollständige Sylbe zu bilden. So hatte man unmittelbar die vollkommenste Buchstabenschrift, die wir bis auf den heutigen Tag kennen.

B. 2. Als die Hebräer, Syrer, und andere semitische Völker das Bedürfnifs nach selbstständigen Vocalen fühlten, griffen sie nach einem ähnlichen Mittel; sie liefsen das vocalische Element der meisten Buchstaben fallen, wodurch sie reine Consonanten erhielten; von den Hauchsylben konnten die Semiten, bei denen die Gutturale sehr ausgebildet und stark waren, nicht so leicht wie die indogermanischen Völker Gebrauch machen, um daraus ihre reinen Vocale zu gewinnen. Nur der schwächste Hauch א ward allmählig als solcher betrachtet; für *i* und *u* zog man vor die dicken Consonanten *jod* und *vav* zu gebrauchen. So finden wir die semitische Schrift auf den ältesten Denkmälern, die wir kennen, auf der Inschrift von Carpentras, auf den Palmyrenischen u.a. Doch behielten *jod* und *vav* fortwährend auch ihre consonantische Geltung neben der vocalischen. Später genügte bei feinerer Ausbildung des Vocalsystems diese schwankende Bezeichnung nicht mehr. Einige Jahrhunderte nach Christus bildete sich für die meisten semitischen Schriften das bekannte Punktationssystem aus, ganz unabhängig von dem viel ältern indischen Vocalisationssysteme, dem es gleichwohl völlig

analog ist. Die frühere theilweise Bezeichnung der Vocale durch א, י und ו wurde indessen äufserlich in den heiligen Schriften nicht dadurch verdrängt; man liefs sie gröfstentheils im Texte, fügte aber die neue Vocalisation zu und so nennt man jetzt diese überflüssig gemachten Buchstaben quiescirende. Aber auch die Punktation ist ihrer Seits keineswegs vollkommen durchgedrungen; von den neuern Juden, Arabern, Persern wird sie selten angewandt, und die quiescirenden Buchstaben treten dann wieder in Geltung. — Dieses fortwährende Schwanken in der Bezeichnung der Vocale hatte die Untersuchungen über diesen wichtigen Punkt in der semitischen Paläographie sehr erschwert und zu den verschiedensten Hypothesen über die ursprüngliche Bedeutung der hebräischen Buchstaben veranlafst. Es scheint mir, dafs diese kurze Skizze, zu deren weiterer Ausführung hier nicht der Ort ist, durch die Zusammenstellung der verschiedenen Richtungen, die wir in der Weiterbildung der syllabischen Schrift finden, den richtigen Gesichtspunkt für die Lösung dieser Frage aufgestellt hat.

15. Ich habe in der vorangehenden Übersicht mehr auf die Bildung der reinen Vocale, als auf die der reinen Consonanten mein Augenmerk gerichtet. Eins ist im Grunde so wichtig wie das andere, und es finden sich bei den verschiedenen Völkern auch Verschiedenheiten in der Bildung der reinen Consonanten. Doch mufs natürlich beides immer Hand in Hand gehen und die Entwickelung einer gesonderten Vocalisation ist das wichtigere Moment.

Wir haben gesehen, dafs das Sanskrit und Äthiopische Vocalsuffixe erfand, die ursprünglich beweglich waren, später mit den Buchstabenzeichen zu festen Formen verschmolzen, oder sogar als gesonderte Buchstaben in die Reihe aufgenommen wurden. Die Europäischen Völker, und, abgesehn von dem spät erfundenen Punktationssysteme, ein grofser Theil der semitischen Völker, nahmen dagegen frühere Sylben als reine Vocale an, indem sie von dem consonantischen Elemente ganz absahen. Ein einzelner Vorgang hierin findet beim indischen अ, *a* statt.

Es fragt sich aber, wie wir uns das primitive Sylbenalphabet zu denken haben, ehe es Vocalsuffixe hatte oder gewisse Sylben als reine Vocale betrachtete. Bestand es, wie jetzt das Sanskritalphabet erscheint, aus lauter Consonanten, denen als vocalisches Element das einfache *a* inhärirte, und existirten noch keine andern Vocale? Traten die Vocalsuffixe so früh in

der Schrift, wie die Vocalnüancen in der Sprache ein? Oder wurden die verschiedenen Vocale hinzugedacht, und ausgesprochen ohne irgend bezeichnet zu sein? Diese letztere Annahme würde uns wieder auf eine ursprüngliche Consonantenschrift zurückführen, an die schon von manchen Seiten gedacht worden ist. Den vollständigsten Aufschlufs hierüber giebt uns der merkwürdige Übergang der semitischen Schrift nach Europa, wo sie unmittelbar aufhörte Sylbenschrift zu sein, während sie bei den semitischen Völkern in Asien Sylbenschrift blieb, und zwar noch vollständige Sylbenschrift ohne Suffixe und sogar ohne die quiescirenden Vocale *jod* und *vav*; denn wäre *vav* schon als Vocal in jener Zeit gebraucht worden, so würde man dieses und nicht *ghaïn* zur Bezeichnung des *u* Vocals gewählt haben. Offenbar mufsten zur Zeit des Übergangs die drei Buchstaben א, ה, ע die Vocale *a*, *i* und *u* enthalten, sonst hätten sie für indogermanische Ohren diese Vocale nicht bezeichnen können. Wir haben also jedenfalls in diesen drei Buchstaben wenigstens ein inhärirendes v e r s c h i e d e n e s vocalisches Element anzuerkennen; sie konnten für sich allein nicht *à*, *ha*, *gha* lauten, wie wir die Sanskritbuchstaben jetzt lesen. Die drei verschiedenen Hauche, die der griechische Mund nicht unterschied, folglich auch das griechische Ohr nicht auffafste, verschwanden ganz natürlich, und liefsen nur die drei reinen Vocale zurück. Haben wir uns aber von der wirklichen streng gefafsten Syllabität von drei Buchstaben überzeugt, in welchen ein für das semitische Ohr wenigstens genau geschiedenes consonantisches Element mit einem verschiedenen und unveränderlichen vocalischen Elemente vereinigt war: so sind wir genöthigt, dieselbe strenge Syllabität bei allen Buchstaben anzunehmen, und es fragt sich nur, wie das dreifache vocalische Element, welches wir durch die Vergleichung mit dem europäischen Alphabete voraussetzen müssen, unter die übrigen Buchstaben vertheilt war. Dafs diese Vertheilung nicht willkührlich war, läfst sich im voraus vermuthen.

16. Da wir die erste der 3 Reihen Mutae mit *a*, die zweite mit *i*, die dritte mit *u* haben beginnen sehen, so liegt die Vermuthung am nächsten, dafs dieselben Vocale den ganzen Reihen, die sie beginnen, angehörten. Das einfache Syllabarium, welches wir dadurch erhalten:

à	*ba*	*ga*	*da*
hi	*vi* (*fi*)	*chi*	*thi*
ghu	*pu*	*qu*	*tu*

bestätigt sich in der That von allen Seiten. Der Buchstabe, der am constantesten in den verschiedenen Sprachen *u* hinter sich fordert *q*, findet sich in der *u*Reihe. Bekanntlich wird dieser Buchstabe im lateinischen, gothischen, runischen u. a. Alphabeten nur vor *u* oder *v* gebraucht, wie das griechische Ϙ *koppa* (ϘΟΡΙΝΘΟΣ, ΣΥΡΑϘΟΣΙΟΝ) nur vor *o*. Im hebräischen Alphabete haben wir schon im ק den *u*Strich erkannt, durch den dieser Buchstabe von כ, *kaf*, unterschieden wurde.

Auch die Buchstabennamen, die alle mit dem zu bezeichnenden Buchstaben anfangen, weisen im Ganzen auf diese Vocale zurück. Sehen wir, wie billig, von der späten Punktation ab, so sind uns in der zweiten und dritten Reihe die Namen mit der Orthographie der quiescirenden Vocale י und ו erhalten. Am vollständigsten die späteste dritte Reihe mit ו: פום, *pum* (die chaldäische Form statt des hebräischen פֵּא, *pe*, oder פֶּה, der Mund), קוף, *kuf*, und תו, *tu*. In der zweiten Reihe finden wir חית, *chit*, und טית, *thith* mit dem quiescirenden *jod*. Für וָו schreiben Andere, nach Gesenius, auch וָיו, und da diese Schreibung das erwartete *jod* darbietet, so halte ich sie nach der gegenwärtigen Zusammenstellung für alt und aus der ursprünglichen Aussprache *viv* hervorgegangen. In der ersten Reihe, welcher ursprünglich das reine *a* zukam, dürften wir keinen quiescirenden Buchstaben finden; so ist es auch bei גמל, *gaml* (*camelus*) und דלת, *dalet*; dagegen finden wir in der gewöhnlichen Schreibung von בֵּית, *bit* ein quiescirendes *jod*. Dafs dieses aber ursprünglich nicht dahin gehört, darauf deutet schon der Plural בתים, *batim*, welcher auf einen verloren gegangenen Singular בת, *bat*, zurückweist. Wir erhalten also folgende Namen für die drei Reihen Mutae

אלף	בת	גמל	דלת	*à-lef*	*ba-t*	*ga-ml*	*da-let*
הא	ויו	חית	טיט	*hi-a*	*vi-v*	*chi-t*	*thi-th*
עין	פום	קוף	תו	*ghu-in*	*pu-m*	*qu-f*	*tu.*

Sehen wir aber auch von diesen äufsern Spuren dieser dreifachen Vocalreihe ab, und fragen wir, ob sich innere Gründe dafür finden, dafs gerade die Mediae sich mit *a*, die Aspiratae mit *i*, die Tenues mit *u* verbunden haben, so mangeln diese keineswegs, vielmehr giebt uns der Sprachorganismus, wie er noch heutzutage von jedermann an seinem eigenen Munde wahrgenommen werden kann, der einigermafsen seine Aufmerksamkeit auf die physischen Funktionen unserer Sprachorgane gelenkt

hat, hinlänglichen Aufschlufs über den innern Zusammenhang der Consonantenreihen mit ihren zugegebenen Vocalen, wie wir sie in dem primitiven Sylbenalphabete verbunden finden.

17. Man kann sowohl auf historischem als auf analytischem Wege zu der Überzeugung gelangen, dafs, so wie aus den drei Grundvocalen *a*, *i*, *u* mit der Zeit *e* und *o* und alle übrigen vocalischen Nüancen sich zu gesonderter Selbstständigkeit herausgebildet haben, so die beiden gefärbten Vocale *i* und *u* selbst vorher aus *a* hervorgegangen sind. Ich habe sowohl über diesen Punkt in der öfters angeführten Abhandlung schon gesprochen, als auch über das durchgängige Gesetz in der allgemeinen Sprachentwickelung, dafs sich unter den Sprachelementen immer zuerst die entferntesten Punkte fest setzen, dann die dazwischenliegenden. Hierauf beruht, beiläufig gesagt, auch der bemerkenswerthe Umstand, dafs in jeder der drei Lautreihen der Dental nicht zwischen den Labial und Guttural sondern hinter beide gesetzt ist, wobei schon in der allerersten Anlage dieses merkwürdigen Alphabets das organische und historische Prinzip, auf dem seine Anordnung beruht, zugleich sichtbar ist. Für den Vocalismus hatten wir an dem angeführten Orte auf einem ganz andern Wege gefunden, dafs zuerst der von *a* entfernteste Vocal *i*, dann *u* aus dem Urvocale hervorgegangen war. Dieselbe Ordnung finden wir auch hier in dem primitiven Syllabarium befolgt; auf die *a*Reihe folgt die *i*Reihe, auf diese die *u*Reihe.

18. Wie aber *i* und *u* aus *a*, so sind auch die Aspiratae und Tenues aus den Mediae hervorgegangen, und zwar ist hierbei eine Rückwirkung des Vocals auf den Consonant gar nicht zu verkennen, und wir werden auch hierdurch, wie sich schon von selbst versteht, genöthigt, eine gleichzeitige Entwickelung des consonantischen und vocalischen Elements in der zweiten und dritten Reihe anzunehmen. Bleiben wir nämlich zunächst bei den Hauchen stehen, mit denen jeder Vocal nothwendig ausgesprochen werden mufs, so lehrt uns die einfachste eigene Beobachtung, die, wie wir gesehen haben, schon Plutarchs Grofsvater Lamprias gemacht hatte, dafs *a* unter den drei Grundvocalen von den Sprachorganen in ihrer natürlichsten Stellung hervorgebracht wird. Auch ist der Hauch, der dem *a* vorausgeht der allerschwächste, weil der Laut unmittelbar da gebildet wird, wo der leise Kehlhauch in den Mund tritt. Bei der völligen

Öffnung des Mundes wird der Hauch nur an diesem einen Punkte comprimirt, und verschwimmt sogleich wieder ohne weitere Funktion in der äufseren Atmosphäre. Um den Vocal *i* zu bilden, behält der Mund seine natürliche Breite, wird aber mehr zusammengedrückt, namentlich wird die mittlere Zunge dem Gaumen genähert und der begleitende Hauch wird folglich vom Eintritt in den Mund bis zu den Zähnen in einer engen Spalte gehalten, ehe er verfliegen darf; dies macht nothwendig den Hauch beim *i* fühlbarer, verlängert ihn gleichsam, und er wird nach unserm Gefühle stärker; das für die Hauche und Gutturale fein ausgebildete semitische Ohr hat dies in dem stärker hauchenden *hi* aufgefafst. Um den *u* Vocal auszusprechen, ziehen wir die Zunge nach dem Gaumen zurück und nähern den hintern Theil derselben dem Gaumen; die stärkste Compression des Hauches liegt zwischen *a* und *i* (1); zugleich wird in dem vordern durch das Zurückziehen der Zunge leer gewordenen Theile des Mundes durch ein Zusammenziehen desselben in der Breite der Hauch gleichsam gestaut, und nicht sowohl, wie bei *i* geschärft und in die Länge gezogen, sondern zusammengeprefst und verdickt. Dadurch entsteht der den wirklichen Gutturalen näher liegende, nicht gerade stärkste aber härteste, compakteste Hauch *ghaïn*, den wir durch *gh* annähernd, aber, wie auch *he* durch *h*, zu stark wiedergeben.

19. Was eine genaue physiologische Beobachtung uns über die Hauche gelehrt hat, die sich am naturgemäfsesten mit den drei Grundvocalen verbinden, gilt auch unmittelbar von den übrigen Consonantenreihen. Hier treten sogar noch sprachgeschichtliche Bestätigungen hinzu. Wenn die drei Ursylben *ba*, *ga*, *da* ihr vocalisches Element aus *a* in *i* verwandeln, so kann die dem *i* Vocal inhärirende schärfere Aspiration nicht ausbleiben, sie mufs nothwendig auf das consonantische Element einwirken, denn sie ist ja selbst consonantischer Natur. Wir erhalten so unmittelbar die Aspiraten *bhi, ghi, dhi.* Wir haben schon oben bemerkt, wie nahe die Aspiration der Assibilation liegt; die letztere ist nur eine nachlässige, dem eiligen Munde bequemere Verstärkung der erstern, und geht in der Sprachgeschichte durchgängig

---

(1) Um deutlicher zu bemerken, wo die Vocale *a*, *i*, *u* im Munde gebildet werden, brauchen wir nur einen starken Hauch darauf folgen zu lassen. Unser *ch* wird an ganz verschiedenen Stellen des Mundes gebildet, wenn wir: ach, ich, und Buch aussprechen; am weitesten entfernt liegen die beiden ersten, das dritte zwischen ihnen.

daraus hervor. Das aspirirte *ph* wird zur Lippensibilans *f*, das aspirirte *kh* zur Gaumsibilans *ch* (χῖ), und *th* zur Zungensibilans *s*. Dafs namentlich *i*, oder auch *e*, diese Wirkung auf den vorausgehenden Consonant ausübt, davon giebt uns die Sprachgeschichte aller Völker und Zeiten unzählige Beispiele. Bekannt ist, wie die romanischen Sprachen die Gutturale *c* und *g* vor *a*, *o*, *u* ohne Assibilation, vor *i* und *e* assibilirt aussprechen; ebenso wird der Dental *t* nie vor den dunkeln Vocalen, oft aber vor *i* assibilirt (*Cicéron*, *Cicerone*; *genou*, *ginocchio*; *nation*, *nazione*). Ebenso bekannt sind diese Übergänge schon in den alten Sprachen (πλοῦτος, πλούσιος; θάνατος, θανάσιμος; Διός, Ζεύς; διαρλεγής, ζαρλεγής; *induciae* neben *indutiae*; hierher gehört auch die blofse Erweichung *bibo* neben *poto*; τριάκοντα, *tri-ginti* neben *trecenti*; μεταξύ, *medius*, μέσος; ὠτὸς, *audio* u.a.). Hiermit mag auch zusammenhängen, dafs die griechischen Aspiraten oder Zischlaute φῖ, χῖ, ψῖ, ξῖ gerade ι in ihrem Namen angenommen haben (πῖ stammt noch aus dem hebräischen Namen *pê* und ist daher nicht mit jenen Namen zusammenzustellen).

20. Wie der längere Hauch des *i*Vocals die Reihe der Aspiraten hervorrief, so liegt es jetzt nahe, zu begreifen, wie der zusammengeprefste harte Hauch des *u*Vocals die Reihe der Tenues hervorrufen konnte. Doch liegen hier die geschichtlichen Belege nicht so auf der Hand, und ich gehe daher über die complicirteren linguistischen Demonstrationen, die hier nöthig würden, weg. Auch die Reihe der Halbvocale *l*, *m*, *n*, *s* ist in ihrem organischen und primitiven Verhältnisse zu den drei Reihen der Mutae nicht so einfach zu begreifen und würde weitläuftigere Entwickelungen nöthig machen, als der gegenwärtige Aufsatz erlaubt.

21. Wir haben das semitische Alphabet auf folgendes primitive Syllabarium zurückgeführt, wobei wir die Halbvocale übergehen.

á	*ʿi*	*ú*
ba	*bi*	*bu*
ga	*gi*	*gu*
da	*di*	*du*

Durch Rückwirkung der Vocale ging daraus folgendes Alphabet hervor:

à	*hi*	*ghu*
ba	*vi*	*pu*
ga	*chi*	*ku*
da	*thi*	*tu*

Als sich diese consonantischen Unterschiede in der Sprache festgesetzt hatten und von dem Ohre mit Leichtigkeit aufgefafst wurden, mufsten sie dadurch ganz natürlich auch unabhängiger von den vocalischen Elementen werden, mit denen sie früher eine organische Einheit gebildet hatten. Man hob die charakteristischen Eigenschaften der drei Consonanten-Reihen mehr hervor, und fing nun an, die geschärften Consonanten der zweiten Reihe und die geprefsten der dritten auch mit *a* zu verbinden, die einfachen Consonanten der ersten Reihe auch mit *i* und *u*. Dies war der erste wesentliche Schritt zur Aufhebung der ursprünglichen Syllabität; aus einer einzigen Individualität entwickelten sich zwei gesonderte Individualitäten, aus dem Laute die Consonanz und der Vocal.

Von dieser Zeit an mufste auch die ursprüngliche Bezeichnung ungenau werden; die Sylbe *bu* konnte weder durch ב, *ba*, noch durch פ, *pu*, vollständig bezeichnet werden. Als das Bedürfnifs allgemein fühlbar geworden war, mufste für ein neues Mittel der Bezeichnung gesorgt werden, und wir haben schon gesehen, wie dies von den verschiedenen Völkern nach ihrer sprachlichen Individualität auf verschiedenem Wege gewonnen wurde. Um zu bezeichnen, dafs ब, nicht *ba*, sondern *bi* ausgesprochen werden sollte, setzten die Inder ein Häkchen darüber, sollte es *bu* ausgesprochen werden, so setzten sie ein Häkchen darunter. Als sich die Sprache einmal an diese ursprünglich heterogenen Verbindungen gewöhnt hatte, mufste dem Ohre bald auch die feine Harmonie der primitiven Reihen verschwinden. Es lag daher nahe, die *i* und *u* Suffixe nicht allein in den fremden Reihen, sondern auch in den diesen Vocalen speciell zugewiesenen Reihen zu gebrauchen. So finden wir es im Sanskrit. Keine Spur mehr der früheren Eintheilung; jeder Buchstabe ohne Suffix wird mit dem Urvocale *a* ausgesprochen; soll er mit *u* oder *i* gesprochen werden, so treten die Suffixe zu. Verschmelzen diese Suffixe mit den Buchstaben zu besondern Figuren, wie im Äthiopischen, so entsteht unmittelbar das vollständigere Syllabarium:

ả	*'i*	*ů*
ba	*bi*	*bu*
ga	*gi*	*gu*
da	*di*	*du*

ha	*hi*	*hu*
va	*vi*	*vu*
cha	*chi*	*chu*
tha	*thi*	*thu*
gha	*ghi*	*ghu*
pa	*pi*	*pu*
qa	*qi*	*qu*
ta	*ti*	*tu*

wie wir es bei den Äthiopen wirklich finden; nur sind hier sieben solcher Reihen, weil sie sieben verschiedene Vocale haben.

22. Die Geschichte des semitischen Alphabets, die ich hier in ihren wesentlichsten Zügen dargelegt habe, hat uns bis in die Uranfänge der Sprache selbst zurückgeführt. Wir finden, dafs seine Anordnung genau, und vom ersten Buchstaben an ([1]), mit der historischen Entwickelung des Sprachorganismus übereinstimmt. Ist es nun wohl vernunftgemäfs, anzunehmen, dafs diese Ordnung erfunden und aufgenommen wurde, als sich die Laute in der Sprache schon alle vollständig ausgebildet hatten? Wer dies behaupten wollte, müfste eine für jene Zeit wahrhaft übermenschliche Speculation voraussetzen, und bedächte noch immer nicht, dafs selbst diie höchste Speculation, wie sie das Ziel aller Wissenschaft ist, immer nur das schon Vorhandene begreifen lernt, aber kein Produkt aufzustellen vermag, wie es aus der Hand der Natur selbst hervorgegangen wäre. Ein solches Produkt wäre aber dieses Alphabet gewesen, wenn es von einem menschlichen Geiste auf einmal einer für ihn schon abgeschlossenen Sprachentwickelung nachgeschaffen worden wäre. Es kann sich nur allmählig und zugleich mit der Sprache selbst so ge-

([1]) Ich habe schon oben im Vorbeigehen von dem in der Sprachentwickelung durchgängig wahr zu nehmenden Gesetze gesprochen, dafs sich immer zuerst die entferntesten, dann die zwischenliegenden Laute individualisiren. Das Alphabet beginnt mit *a'*, dem Urvocale, dessen consonantischer Hauch am tiefsten in der Kehle von allen Buchstaben gebildet wird. Unmittelbar darauf folgt *b*, das von dem vordersten Sprachorgane, den Lippen gebildet wird; dann folgt *g*, welches durch einen Gaumschlufs hervorgebracht wird, also zwischen *a'* und *b*, aber näher nach *a'*; endlich folgt *d*, welches wieder zwischen *g* und *b*, aber näher an *b*, von der Zungenspitze gebildet wird.

bildet haben, wie wir es vorfinden. Steht diese Überzeugung aber fest, so werden wir genöthigt, den Ursprung des Alphabetes und überhaupt der Buchstabenschrift in die Anfänge der Menschengeschichte selbst zu setzen, jedenfalls vor die Trennung der verschiedenen Völkerfamilien, die durch die Sprachenvergleichung als Zweige eines Stammes für die Wissenschaft erwiesen worden sind. Auf dasselbe Resultat haben mich schon in der mehrfach genannten Abhandlung rein paläographische Untersuchungen über das Dêvanâgari geführt. Es wird daher um so mehr Interesse haben, nachzuweisen, dafs in der That das Indische Alphabet einen gemeinschaftlichen Ursprung mit dem semitischen hat, wozu ich jetzt übergehe.

23. Das Sanskrit-Alphabet ist von den spätern Indischen Grammatikern so angeordnet worden, wie wir es jetzt finden. Es ist auch nach den Sprachorganen geordnet, so wie wir auch unser Alphabet, wenn wir nicht eine andere Reihenfolge ererbt hätten, anordnen würden und in der Grammatik wirklich thun, ohne Rücksicht auf seine historische Entwickelung. Die Vocale sind zusammengeordnet und werden vor oder hinter die Consonanten gestellt; dann folgen die Mutae in fünf Reihen, zuerst die Gutturale, dann zwei Reihen, die dem Indischen Munde eigenthümlich sind, die Palatale und Linguale; dann folgen die Dentale, endlich die Labiale. Sie sind also von dem hintersten Organe des Mundes, der Kehle, nach dem vordersten, den Lippen, zu geordnet, und diese horizontalen Reihen entsprechen ungefähr den vertikalen des semitischen Alphabets, nur sind diese Reihen selbst wieder umgekehrt von der Tenuis nach der Media, nicht wie im semitischen Alphabete von der Media nach der Tenuis geordnet, nämlich:

(8) *ka*	(5) *kha*	(2) *ga*	*gha*
(9) *ta*	(6) *tha*	(3) *da*	*dha*
(7) *pa*	(4) *pha*	(1) *ba*	*bha.*

Die beigesetzten Zahlen geben die semitische Ordnung an. Nach den Mutis folgen die Halbvocale, es schliefsen die Zischlaute und *ha.*

24. Wir finden aber bei dem alten, von den Indern unter die Heroen gezählten Grammatiker Pânini, noch eine andere Anordnung der Buchstaben, die von ihm dem göttlichen Mahâs'vara (eine Bezeichnung des S'iva) zugeschrieben wird. In 14 Abtheilungen, die durch zwischengesetzte Merkebuchstaben zu leichterer Bezeichnung der einzelnen Theile getrennt sind, ist das Alphabet folgendermafsen angeordnet: अ इ उ | ऋ ऌ | ए ओ | ऐ औ |

ह य व र | ल | ञ म ङ ण न | झ भ | घ ढ ध | ज ब ग ड द | ख फ छ ठ थ च ट त |
क प | श ष स | ह ||

a. i. u. | *ṛ. ḷ.* | *e. o.* | *ai. au.* |
ha. ja. va. ra. | *la* | *n'a. ma. ña. ṇa. na.* |
g'ha. bha. | *gha. ḍha. dha.* |
g'a. ba. ga. ḍa. da. |
kha. pha. c'ha. ṭha. tha.
c'a. ṭa. ta. | *ka. pa.* |
s'a. ṣa. sa. | *ha.* ||

Ich hebe von dieser in allen Theilen höchst merkwürdigen Anordnung nur heraus, was unmittelbar zu unserm Zwecke gehört. Vergleichen wir sie mit der gewöhnlichen Anordnung des indischen Alphabets, so sehen wir, daſs hier wie dort die Vocale und Diphthonge vorausgestellt sind. Die Halbvocale sind hier vor, dort hinter die Mutae gesetzt; die Nasale ihnen hier zugesellt, dort in die Reihen der Mutae vertheilt. Die Zischlaute und *ha* sind hier wie dort hinter die Mutae gesetzt und beschlieſsen das Alphabet. Bis hierher ist noch kein wesentlicher Unterschied von der spätern Anordnung; dieser liegt vielmehr in der Anordnung der Mutae selbst. Es ist leicht zu bemerken, daſs hier genau dasselbe Prinzip zum Grunde liegt, wie im semitischen Alphabete. Um dies noch augenfälliger zu machen, haben wir nur die Lingualen, *ḍha*, *ḍa*, *ṭha*, *ṭa*, welche bekanntlich dem Sanskrit nicht ursprünglich zugehörten, sondern, wie ich auch paläographisch nachgewiesen habe (Paläographie p. 10. 11.), später zugefügt wurden, auszuscheiden.

Wir behalten dann folgende Anordnung der Mutae:

g'ha bha | *gha dha* |
g'a ba ga da
kha pha c'ha tha
c'a ta | *ka pa* |

Jedermann wird sogleich bemerken, daſs durch einen Fehler, vielleicht erst der Abschreiber, in der letzten Reihe *ta* und *pa* umgesetzt worden sind, und daſs ebenso in der dritten Reihe die Analogie der übrigen Reihen die Umsetzung von *kha* und *c'ha* verlangt. Die ursprünglichen Reihen waren:

g'ha bha gha dha
g'a ba ga da

c'ha pha kha tha
c'a pa ka ta.

Hier finden wir wie im semitischen Alphabete jede Reihe mit einem schwachen, aber in jeder folgenden Reihe stärkern Guttural beginnen, die im semitischen Alphabete als Hauche, hier als Palatale erscheinen. Dann folgt wie dort in jeder Reihe ein Labial, in der ersten der schwächste, in der letzten der stärkste. Auf den Labial folgt wie dort der Guttural in derselben Steigerung für die verschiedenen Reihen. Endlich schliefst eine jede, wie dort, mit dem entsprechenden Dental. Dafs diese völlig gleiche Aufeinanderfolge sowohl der horizontalen als der verticalen Reihen nicht Werk des Zufalls ist, leuchtet ein.

25. Wir sehen aber im Sanskritalphabet eine der ersten Anlage analoge Weiterbildung. Den Übergang der vocalischen Hauche in Palatale habe ich schon bemerkt. Aufserdem hat das Sanskrit 4 Reihen, das semitische Alphabet nur 3 Reihen ausgebildet. Es ist wahrscheinlich, dafs wirkliches Gemeingut der beiden Völker nur das alte Alphabet von 12 Buchstaben war, welches mit *samech* schlofs; denn von hier an gehen beide Alphabete auseinander. Als die Semiten die Reihe der Tenues aufnahmen, fügten sie sie hinter *samech* zu. Die Indier trennten bei Aufnahme der Tenues die Halbvocale und fügten die neuen Reihen der Mutae unmittelbar hinter den beiden alten zu. Man könnte geneigt sein, die drei semitischen Reihen nicht den drei ersten, sondern den drei letzten der vier indischen Reihen gegenüberzustellen, der Aspiraten wegen. Doch täuscht hierbei der verschiedene Gang, den die Aspiration in den beiden Alphabeten genommen hat; im indischen Alphabete ist diese nicht, wie im semitischen in Assibilation übergegangen. Aus einer paläographischen Analyse und Vergleichung der indischen und semitischen Alphabete habe ich dieselbe Überzeugung gewonnen, dafs die dritte semitische Reihe den beiden letzten indischen zugleich entspricht. Übrigens scheint die hebräische Aussprache in der That auch zwei Reihen Tenues ausgebildet zu haben, da bekanntlich die Buchstaben *p*, *k*, *t* nach der gewöhnlichen Meinung eine Aspiration gehabt haben sollen, welche in andern Fällen nach dem Punktationssysteme durch einen hineingesetzten Punkt, das *dagesch lene*, aufgehoben wurde. Dasselbe *dagesch* findet sich auch bei den drei Mediis *b*, *g*, *d*, aufserdem bei keinem andern Buchstaben. Wir würden hierdurch die vollständigen 4 indischen Reihen erhalten, die

sich allerdings auch im hebräischen Munde ausbilden konnten neben der alten Aspiratenreihe *v*, *ch*, *th*, die sich wie schon gesagt der Assibilation genähert hatte. Die Lehre vom *dagesch lene* ist manchen Schwierigkeiten unterworfen, doch scheinen mir die von Ewald (Krit. Gramm. §. 59.) entwickelten Gründe gegen die bisher angenommene Bedeutung desselben nicht überzeugend.

26. Wie im hebräischen Alphabete, so wurde im indischen später das ursprüngliche Prinzip der Anordnung vergessen. Dies verrathen schon bei Pânini die ungenauen Abtheilungen der Mutae. Sollte vielleicht auf dieser Verkennung schon der Fehler beruhen, den wir in der spätesten Reihe der reinen Tenues bemerkt haben, die Umsetzung von *pa* und *ta*? Wir finden dabei eine wohl nicht zufällige Analogie mit der andern Umsetzung in der dritten Reihe, indem auch hier der Palatal vor den Dental, der Guttural vor den Labial gesetzt worden war. Diese geflissentliche Veränderung, die wir somit der Nachlässigkeit der Abschreiber wieder abnehmen würden, verräth ihren wahren Ursprung noch mehr, wenn man vergleicht, wo die Linguale später eingesetzt wurden. Dies geschah gerade zwischen dem Palatal und Dental, so dafs man für diese zweimal drei Buchstaben *c'ha*, *ṭha*, *tha*. *c'a*, *ṭa*, *ta* dieselbe Anordnung erhielt, welche die spätern Grammatiker für die Reihen der Organe durchgängig befolgten. (1)

---

(1) Die oben genannten zwischengesetzten Merkebuchstaben dienen zur kurzen Bezeichnung der einzelnen Buchstabengruppen, auf welche die Grammatiker specielle euphonische Regeln anwendeten. Dieser Regeln wegen wurden die Abtheilungen gemacht, und ihretwegen scheinen auch zu gleicher Zeit die beiden angegebenen Transpositionen gemacht worden zu sein, so dafs nur die Einschaltung der Lingualen auf dem von mir angegebenen Prinzipe beruhen möchten, welches sich zugleich auch in der Anordnung der zugefügten Zischlaute zu erkennen giebt. Hierüber hat mich Hr. Burnouf belehrt, und in Bezug auf diese Stelle mir folgende Bemerkung gütigst mitgetheilt. Da er dabei die Indische Weise, die Gruppen nach Merkebuchstaben zu bezeichnen befolgt, so nenne ich hier noch diese 14 Buchstaben, was ich oben nicht gethan habe; der erste steht hinter dem ersten Abschnitte, und der vierzehnte hinter dem vierzehnten. Es sind न, क, ङ, च, ट, ण, म, ञ, ष, श, व, य, र, ल. Das Axiom *KhaV* enthält also die Buchstaben von ख, *kha*, bis zum Merkebuchstaben व, *va*.

L'arrangement des lettres de l'alphabet Sanscrit, tel qu'il nous est présenté par la classification attribuée à Mahês'vara, est essentiellement systématique et il a pour but de contenir d'une manière complette toutes les règles d'euphonie qui en sortent au moyen des diverses applications et sousdivisions que l'on peut faire des quatorze axiomes fondamentaux.

Jedenfalls scheint es mir jetzt eine augenfällig nachgewiesene Thatsache, dafs die älteste einem der höchsten Götter selbst zugeschriebene Anordnung des heiligen Alphabets der Inder mit der uralten semitischen Anordnung übereinstimmt. Dafs wir aber gerade nur die älteste Anlage des Alphabetes wiederfinden, in welcher nur zwei Reihen Mutae ausgebildet waren und die Zischlaute *r*, *i* und *k* noch nicht zugefügt waren, nöthigt uns, dem indischen Alphabete ein sehr hohes Alterthum zuzugestehen und es in jedem Falle höher hinauf zu setzen, als der Übergang des semitischen Alphabets nach Europa statt fand, da wir hier schon die genannten Buchstaben an ihrer Stelle finden. Die Fruchtbarkeit dieses Satzes für die vergleichende Sprachforschung scheint mir nicht zu verkennen.

27. Ich gehe jetzt zu einigen Bemerkungen über andere Alphabete fort, um sie in ihrem nähern oder fernern Verhältnisse zu dem semitischen und indischen Alphabete und in Beziehung auf ihre Anordnung zu betrachten.

On peut voir, en comparant ces axiomes les uns aux autres, que les lettres que chacun d'eux renferme, ont des caractères communs qui les soumettent aux mêmes lois euphoniques, et l'examen le plus rapide fait disparaître l'apparence d'arbitraire que l'on serait tenté de supposer dans la disposition des lettres qui composent chaque axiome. Par exemple pourquoi la sourde non aspirée de l'ordre des gutturales et celle des labiales sont elles séparées des sourdes aspirées et non aspirées des autres ordres, contenues dans l'axiome **KhaV***? Et pourquoi, d'une autre part, les aspirées de ces deux sourdes,* **kha** *et* **pha***, ne sont elles pas réunies dans le même axiome que les sourdes non aspirées* **ka** *et* **pa***? Cela vient de la nécessité où l'on a été de prévoir le cas où l'on employerait l'***ardhavisarga** ꓫ *qui peut être substitué au visarga devant les sourdes gutturales et labiales. Il a fallu, d'une part, isoler les sourdes non aspirées* **ka** *et* **pa** *des autres sourdes avec lesquelles elles ont des caractères communs qui sont bien connus, et d'autre part, détacher les aspirées de ces sourdes* **kha** *et* **pha** *de l'axiome* **KhaV** *qui contient les sourdes aspirées et non aspirées moins* **ka** *et* **pa**. *Le premier but est atteint par la formation de l'axiome* **KapaY** *et le second par celle de l'axiome* **tchhaV**. *Au reste la règle que nous indiquons ici (règle qui est d'ailleurs soumise à de nombreuses exceptions, comme ou peut le voir dans la grammaire sanscrite de Colebrooke p.* 27.*) n'est qu'une des applications des axiomes* **KhaV** *et* **KaY**. *On ne pourrait faire complettement connaître l'emploi de ces deux seuls axiomes sans exposer celui des autres, non seulement des quatorze qui sont attribués à Mahês'vara mais encore de tous ceux qui en dérivent, et qui réunis aux règles de Mahês'vara, forment un total de quarante deux axiomes. Le développement de ces axiomes contient la totalité des règles euphoniques, des plus fréquentes, comme des plus rares, et des moins usitées dans la pratique. —*

Das Alter der Zendschrift ist ebensosehr, und gewifs mit mehr Grund angegriffen worden, als das der Zendsprache. Es ist bemerkenswerth, dafs wir auch eine dem Zend eigenthümliche Alphabetsordnung finden. Schon Anquetil ([1]) machte die vier Zendalphabete bekannt, die E. Burnouf ([2]) zusammenstellt und genauer beurtheilt. Eins ist aus dem Zendcodex der Yeschts-sade, die drei andern aus dem grofsen Persischen Ravaët (MS. Anquétil n°. 12. Supplém.) genommen. Anquétil macht in den *Mém. des Bell. L.* noch ein fünftes von Darab Mobed von Surate bekannt, das weiter keinen Werth hat. Ich lasse hier zu leichterer Übersicht die vier Alphabete folgen und behalte dafür die Umschreibung von E. Burnouf bei:

Ravaët I: *a. b. t. dj. q, kh. d, dh, ṭ, ṭ. r, r. z. ç. s, ch, sk. gh. f. k. g, g. l. m, hm. n. v, w. h. y, y, y, î. tch. p. j. i. u. ó. o. e. é. è, ê. ã. ñ. ng, ng, ng. û. â. th. v.*

Ravaët II: *g, g, gh. h, k. kh, ng, ng. y, ch. ç, n. dh, d. th, t. j, s. w, b. f, p. m, hm. v, a, n. y, dj. sk, tch. ng, n, v, y. a. â. i, î. o, ó. è, e. u, û. dj, ñ. l, r. v, y, âo, ṭ. é, ê. r. l.*

Ravaët III: *g, g, gh. ng, ng. a, ng, ng. q, kh. k, h, r, l. z, j, dj. s, ch, sk. z, a, ç, n. a, n, a, n, y, a. d, dh, ṭ. th, t. w, b. f, p. m, hm. v, q. y, a, y, a. z, tch. âo. v, ó. y, é. ã, m. û, m. î, m. e, u, o, î, é. ñ, û, m. i, m.*

Yeschts-sade: *g, g, gh. ng, ng. a, ng, ng. q, u, kh, a, y, a. k, a, h, r, l. z, j, dj. s, ç, ch. z, a, ç, n. a, n, a, n, a, y, a. d, a, dh, ṭ. th, t. v, b. f, p. m, hm. w, kh, w. y, a, y, a. z, a, ç, tch, a. âo. v, ó. e, é. ã, m. û, m. î, m. é, v, ó, y, é. a, ñ. û, m. î, m.*

Das erste von diesen vier Alphabeten ist von Anquétil zum Grunde gelegt worden, weil es mit der Anordnung des Pehlvi-Alphabets übereinstimmt. Herr Burnouf ([3]) bemerkt hierüber, dafs diese Übereinstimmung noch kein Beweis für das höhere Alter dieser Anordnung sei. Er hätte ohne

---

([1]) *Mém. de l'Acad. des Bell. Lettres* t. XXXI. p. 357. ff. und *Zend Avesta* t. II. p. 426. ff.

([2]) *Yaçna* t. I. p. XL.

([3]) *Yaçna* t. I. p. XXXIX: *Les raisons qu'il expose à l'appui de son choix ne me paraîssent pas convaincantes. En effet de ce que les lettres pehlvies, dérivées des lettres zendes, procèdent suivant l'ordre qu'il a reproduit dans sa planche on ne peut conclure que les lettres zendes aient suivi le même ordre dans l'origine.*

Zweifel noch weiter gehen und dreist behaupten können, dafs darin gerade der sicherste Beweis einer jüngern Abfassung liegt. Denn wenn wir uns weiter umsehen, woher die Anordnung des Pehlvi-Alphabets stammt, so finden wir, dafs sie aus dem Neupersischen übertragen ist. Die neupersische ist die neuarabische und findet hier erst ihren wahren Erklärungsgrund. Die neue arabische Ordnung unterscheidet sich nämlich von ihrer alten im Abudschd (ABC), d.i. der altsemitischen dadurch, dafs sie nicht nach den Organen sondern nach der Ähnlichkeit der Zeichen bestimmt ist. Diese Ordnung wurde mit der arabischen Schrift auch von den Persern aufgenommen hatte aber durchaus keinen innern Grund für die Pehlvi- oder Zend-Schrift, wo diese Ähnlichkeit der Buchstaben nicht vorhanden ist. Dadurch ist klar, dafs die erste Anordnung im grofsen Ravaët eine blofs äufserliche Übertragung aus dem Neupersischen ist und uns daher hier nicht mehr beschäftigen kann.

28. Um so wichtiger sind die drei andern Alphabete, die sich sogleich als Variationen ein und derselben Anordnung erweisen, die weder mit der neuarabischen, noch mit der altsemitischen, noch endlich mit der indischen übereinstimmt und daher viel eher die Voraussetzung der Originalität rechtfertigen dürfte. Es ist zu bedauern, dafs Hr. Burnouf mit seinem bekannten Scharfsinne nicht auf eine kritische Untersuchung dieser Alphabete, deren Werth er vollkommen zu schätzen weifs (p. XLII.), eingegangen ist. Eine genaue Vergleichung derselben und eine darauf gegründete Wiederherstellung der allen dreien zum Grunde liegenden Ordnung hat mir gezeigt, dafs sich daraus manche nicht unwichtige Bemerkungen ergeben über den Werth der einzelnen Zend-Buchstaben, der noch immer nicht überall aufser Zweifel gesetzt ist, selbst nach den scharfsinnigen und eindringenden Behandlungen von Bopp und Burnouf.

Die Anordnung im Ravaët n. II. ist besonders im Anfange und am Ende bei den Vocalen am meisten alterirt. Auch liegen hier folgende Fehler der Abschreiber auf der Hand. Im 4ten Absatz ist statt [Zend], *y*, zu lesen [Zend], *s*.

n. 12. statt [Zend], *an*, ein [Zend], *q*.

n. 22. statt [Zend], *dj*, ein [Zend], *ã*.

Dagegen ist die Partie 6-15 für die beiden andern Alphabete im Ganzen zum Grunde zu legen. Am correctesten ist die Anordnung im Ravaët n. III.

Es sind nur an einigen Stellen unrichtig wiederholte Buchstaben zu streichen und im letzten Abschnitte 𐬎, *u*, zu schreiben, statt 𐬏, *ú*. Die Anordnung in den Yeschts ist ebenso vollständig, aber weniger correct.
n. 7. ist 𐬀, *a*, zu schreiben statt 𐬔, *ç*.
n. 17. 𐬯𐬐, *sk*, statt der 3 Buchstaben: 𐬔𐬀𐬰, *z a ç*.
n. 26. 𐬎, *u*, statt 𐬏, *ú*.
n. 27. 𐬌, *i*, statt 𐬍, *í*.
Für den zweiten Buchstaben in allen drei Alphabeten 𐬔 wäre ich sehr geneigt 𐬀, *a*, zu lesen. Anquétil giebt diesen Buchstaben als eine besondere Nüance von *g*; Rask verwirft den Buchstaben, Bopp desgleichen; Burnouf versichert ihn zwar sehr selten aber doch gefunden zu haben in den Handschriften von Anquétil, und ich habe mich wenigstens mit eigenen Augen überzeugt, dafs er in den Alphabeten deutlich unterschieden ist; das erste Alphabet im grofsen Ravaët hat ihn nicht ([1]).

([1]) Herrn E. Burnouf's besonderer Gefälligkeit verdanke ich noch folgende Mittheilung: *Jai retrouvé récemment dans un volume de melanges faisant partie du Fond d'Anquétil (No. 7. fol. 86. rv.) une autre classification des lettres zendes qui présente de grands rapports avec les No. II. et III. de ma planche, mais qui au même temps offre quelques particularités qu'il est bon de noter. Voici cet ordre:*

1) g. g. gh. — 2) h. k. — 3) kh. ng. ng. — 4) y. ch. — 5) r. z. — 6) ç. n. — 7) d. dh. — 8) t. th. — 9) j. s. — 10) w. b. — 11) f. p. — 12) m. hm. — 13) v. q. — 14) y. dj. — 15) sk. tch. — 16) y. q. — 17) ng. ng. n. — 18) ê. ê. — 19) a. â. — 20) i. î. — 21) u. û. — 22) o. ô. — 23) e. e. — 24) ã. ñ. — 25) (l). r. — 26) v. y. âo. — 27) ṭ. —

Je me propose de m'expliquer au commencement de mon second volume sur cette classification qui me paraît la plus originale de celles que nous connaissons. Je remarquerai seulement en passant que la forme 𐬣 donnée à la nasale 𐬢 m'est inconnue dans les mss. où je ne l'ai jamais rencontrée; que la forme 𐬴 n'est autre chose que 𐬳 à la fin des mots; et que 𐬮 est le l pehlvi. —

Dieses Alphabet ist durchaus eine Wiederholung von Rav. n. II. aber mit dem grofsen Vorzuge, dafs es weit correcter ist. Die Fehler, die ich in n. II. schon verbessert hatte, finden sich, aufser dem ersten hier wirklich vermieden, und giebt überdies noch an vier Stellen die richtigere Lesart. Ebenso genau gehören Rav. III. und das Alphabet der Yeschts-sade zusammen, so dafs wir, abgesehen von der neupersischen Ordnung Rav. I., im Grunde nur zwei Variationen der altpersischen haben, da von diesen vier Alphabeten je zwei genau zusammengehören. Wenn wir die einzelnen Nummern des neuhinzugekommenen Alphabets durchgehen, namentlich in Vergleich mit Rav. II., so ergeben sich folgende Bemerkungen. n. 1. 2. stimmen mit Rav. II. — n. 3. desgleichen bis auf das letzte Zeichen. Wir finden Rav. II: 𐬑𐬔𐬢, *kh*, *ng*,

Nach dieser Aufzählung der zunächst liegenden Fehler, bleibt ungefähr folgendes Alphabet übrig, welches ich jedoch noch keineswegs für das ursprüngliche ausgeben möchte. Ich habe, wie schon gesagt, nur die auf der Hand liegenden Fehler daraus entfernt. Die Benutzung für die Sprache kann erst aus einer weitern kritischen Untersuchung hervorgehen. Mein Zweck war hierbei hauptsächlich, auch im alten Zendalphabete das Prinzip organischer Anordnung nachzuweisen. Dieses ist aber im folgenden Alphabete nicht zu verkennen:

---

n̄g; hier: , *kh*, *n̄g*, und noch einmal dasselbe Zeichen mit einem Striche nach unten, den Hr. Burnouf in den Handschriften nicht gefunden zu haben versichert. Wenn wir no. 18. und 23. damit vergleichen, so kann es wohl nicht zweifelhaft sein, dafs es dasselbe Zeichen wie aber als Finalbuchstabe sein soll. Durch diese Finalzeichen ist dieses Alphabet überhaupt wichtig. Offenbar wurden sie nur selten von den Abschreibern gebraucht; daher kommt es, dafs in den übrigen Alphabeten statt ihrer das gewöhnliche Zeichen noch einmal wiederholt wurde, wovon ich den Grund bisher nicht einsah. So ist Rav. III. n. 2. gewifs auch zu schreiben statt des doppelten ; ebenso an derselben Stelle in den Yeschts. Endlich fehlt in unserer Nummer noch ; doch ist es wohl vielmehr in Rav. II. zu streichen, da es in beiden Alphabeten sich weiter unten n. 17-15. noch findet und daselbst an seiner Stelle sein dürfte. — n. 4. ist hier, wie Rav. II. in zu verbessern. — n. 5. fehlt im Rav. II. ganz, ist aber gewifs aus diesem zu ergänzen, da , *z*, sonst ganz fehlen würde. Auch , *r*, scheint hierher zu gehören, und unten nur noch einmal als Erklärung des Pehlvi *l* wiederholt zu sein. — n. 6. ist wie Rav. II. — n. 7. und 8. sind umgestellt im Rav. II. und hier scheint das letztere zu befolgen, womit auch für n. 7. die beiden andern Alphabete stimmen. — n. 9-12. wie Rav. II. — n. 13. steht hier richtig statt , was wir schon im Rav. II. verbessert haben. — n. 14. 15. stimmen mit Rav. II. nur sind die verschiedenen *y* verwechselt. — n. 16. 17. entsprechen Rav. II. n. 15. — n. 18. ist im Rav. II. in die vorletzte Stelle verwiesen worden; es gehört ursprünglich wahrscheinlich weder hierher noch dorthin; jedenfalls ist aber das Schlufszeichen an die Stelle des im Rav. II. wiederholten zu setzen. — n. 19. 20. stimmen überein. — n. 21. hat hier seine richtige Stelle, und ist Rav. II. fälschlich hinter die getrübten Vocale gesetzt worden. — n. 22. stimmt. — n. 23. desgl., nur sind Rav. II. die beiden Figuren fälschlich umgesetzt. Über den Buchstaben geben die gemachten Vergleichungen Aufschlufs. — n. 24. ist im Rav. II. schon verbessert worden und findet sich hier richtig. — n. 25-27. stimmen; nur ist hier *t* unter einer besondern Nummer. — Im Rav. II. folgen jetzt noch die beiden *ē*, die schon erwähnt sind, und werden *r* und *l* noch einmal wiederholt, um, wie es scheint, die 27 Abschnitte voll zu machen, die das Originalalphabet wahrscheinlich hatte. Denn wenn wir im Rav. III., wie es die Vocalendung durchaus verlangt, im vorletzten Abschnitte von den folgenden Buchstaben durch einen Punkt trennen (vgl. d. Yeschts), so haben alle 4 Alphabete 27 Abschnitte, obgleich die einzelnen Nummern in allen vieren sehr verschieden vertheilt sind.

I.	II.	III.
1. *ga. gh.*	1. *dh-d.*	1. *âo.*
2. *ng. ng.*	2. *th-t.*	2. *vô.*
3. *ang. ng.*	3. *v-b.*	3. *yê.*
4. *qu. kha. ya.*	4. *f-p.*	4. *ãm.*
5. *ka. hr. l.*	5. *m-hm.*	5. *ûm.*
6. *z. j. dj.*	6. *w-q.*	6. *îm.*
7. *sa. ch.*	7. *y-dj.*	*e. u. o. î. ê.*
8. *çn.*	8. *sk-tch.*	7. *añ.*
ananya.		8. *um.*
		9. *im.*

n. I. enthält die Gutturale und die meist aus ihnen hervorgegangenen Zischlaute; n. II. die Dentale und Labiale, so angeordnet, dafs immer die Aspirate oder Liquida der entsprechenden Muta vorausgeht. Diese Anordnung ist namentlich für die spätern Nummern wohl zu beachten; n. III. enthält die Vocale in drei analogen Abtheilungen. Verschiedene gewifs nicht ursprüngliche Unregelmäfsigkeiten, so wie die durch moderne Alphabete nur sehr unvollkommen zu erreichende Lautübersetzung stören noch immer den leichten Überblick des Ganzen, dessen innere gesetzmäfsige Anordnung auch im Einzelnen bei genauerer Untersuchung immer deutlicher hervortritt. Der Übergang von den Gutturalen zu den Dentalen und von hier zu den Labialen ist eine Übereinstimmung mit der indischen Anordnung, die nicht zufällig scheint. Auch ist die häufige Zufügung eines *a* hinter den Consonanten sehr bemerkenswerth und schon von Burnouf als auf indischen Einflufs hindeutend angesehen worden, so dafs diese beiden Bemerkungen in der That die Vermuthung wahrscheinlich machen, dafs dieses Prinzip der Anordnung von einem Volke zum andern übergegangen ist. Burnouf nimmt, wie schon bemerkt, indischen Einflufs auf das persische Alphabet an und macht noch darauf aufmerksam, dafs in der That alle Manuscripte, die diese Alphabete enthalten, durch Perser in Guzarate geschrieben worden sind, wo das Dêvanâgari-Alphabet bekannt sein mufste, während es noch nicht ausgemacht ist, dafs dieselbe Anordnung im eigentlichen Persien gebraucht wurde. Indessen ist hierbei wohl zu bedenken, dafs, wenn der persischen Anordnung die klare und einfache indische zum Muster gedient hätte, man gewifs nicht vernachlässigt haben würde, diesen Vorzug der Einfachheit und

überlegten Consequenz auch mit herüberzunehmen. Dagegen erscheint die persische Ordnung viel complicirter und mehr auf eine historische Entwickelung hinweisend als die indische, in welcher eine Alles auf einmal ordnende Hand nicht zu verkennen ist. Hierzu kommt, dafs wir in Indien in der That eine ältere Ordnung, die bei Pânini kennen und folglich eine willkührliche Umänderung derselben zu irgend einer Zeit annehmen müssen. Die Zeit dieser Veränderung kennen wir nicht; es scheint mir daher, dafs sich die Vermuthung von mehreren Seiten rechtfertigen läfst, dafs sich die persische Anordnung in Persien selbst ausgebildet hat, schwerer in den Einzelnheiten ihrer Organisation zu begreifen aber um so wichtiger für fernere Untersuchung, dafs diese in ihren allgemeinen Zügen gerade vermittelst der Parsen in Indien den Indiern bekannt wurde, und von diesen dann aufgenommen und zu der jetzigen Ordnung des Dêvanâgari verarbeitet wurde.

29. Hiermit ist das absolute Alter der persischen Anordnung keineswegs schon bestimmt. Diese Frage hängt mit der über das Alter der Zendschrift überhaupt, und über deren Verhältnifs zur Keilschrift zusammen, welches letztere bisher noch von niemand untersucht worden ist. Daran ist nicht zu zweifeln, dafs die Zendschrift eine semitische Schrift sei, wie schon Kopp nachgewiesen hat. Erskine und Rask sind der Meinung, dafs die Zendschrift nur eine Übertragung der Pehlvischrift sei und folglich nicht älter als diese d.h. aus der Zeit der Sassaniden. Dies scheint auch in der That die richtige Meinung gegen Anquétil und Kopp zu sein.

Die Zendschrift kann in keiner unmittelbaren Verbindung mit der Keilschrift stehen, da diese letztere nach den bisherigen Forschungen wie das Dêvanâgari von der Linken zur Rechten zu lesen ist. Mir scheint die Vermuthung nicht fern zu liegen, dafs die alten Perser eine der Keilschrift, die wesentlich Monumentenschrift ist, entsprechende Bücherschrift hatten, die uns verloren gegangen ist. Man hat bisher allgemein so viel Gewicht auf die Einfachheit des der Keilschrift zum Grunde liegenden Elementes gelegt. Ein geistreicher und gelehrter Mann sagt: „die Keilschrift sei in ihren Bestandtheilen so einfach, dafs sie alle Kennzeichen einer Urschrift an sich trage. Sie sei aus nicht mehr als zwei Zeichen gebildet, dem Keile und dem Winkelhaken. Mit weniger sei es unmöglich eine Buchstabenschrift zu bilden." Die meisten übrigen Schriften sind aber aus blofsen Strichen gebildet, und der glatte Strich ist doch gewifs noch einfacher als der Keil, den

ich übrigens in seinem Ursprunge nur für das natürliche Produkt des Meifsels halte, der in Stein arbeitet. Es kommt nicht auf die Einfachheit dieses Elementes, sondern auf die der ganzen Buchstabenfiguren an. Die Figuren der Keilbuchstaben werden uns aber erst kenntlich, wenn wir die Keile in Striche verwandeln und in ihre natürliche Verbindung bringen; dann ergiebt z.B. die Figur des *c*, 𐎨, im Namen des Xerxes einen dem phönizischen 𐤑 sehr ähnlichen Buchstaben ΠΤ; das *r*, 𐎼, wird ⊣; das *sch*, 𐏁, wird TC, gerade die umgekehrte Form vom sassanidischen *schin*, 𐭱, u.s.w. Über die Keilschrift wird hoffentlich die baldige Bekanntmachung der von dem unglücklichen Reisenden Schultz in Armenien gesammelten 43, zum Theil vortrefflich erhaltenen und mit der gröfsten Sorgfalt kopirten, Inschriften neues Licht verbreiten. Sie sind nebst den übrigen hinterlassenen Papieren desselben zur Publication, welche die Pariser Asiatische Gesellschaft übernommen hat, fertig.

Für unsern Zweck genügt es zunächst, nachgewiesen zu haben, dafs die unbezweifelt ältere Anordnung des Zendalphabets unter den beiden, die uns bekannt sind, wenn nicht nach demselben Prinzipe wie das semitische und altindische, doch auch nach den Organen, und zwar mit unverkennbarer Analogie des neuindischen Alphabets, bestimmt wurde.

30. Betrachten wir die Keilschrift in der angedeuteten Reduction, so sehen wir, ohne uns irgend für eine nähere Verwandtschaft derselben mit einer andern Schrift zu entscheiden, dennoch in diesen Figuren eine auffallende Annäherung an die asiatisch-europäischen Schriften im Allgemeinen, gegenüber der ägyptischen Hieroglyphenschrift. Nehmen wir nun an, wohin eine reifliche Überlegung von allen Seiten zu führen scheint, dafs auch die semitisch-indische, wie alle Buchstabenschrift, auf eine solche Bilderschrift zurückführt, so sehen wir in den ägyptischen Hieroglyphen diesen primitiven Zustand noch festgehalten, und könnten daher erwarten, dafs die ägyptische Schrift uns auch in andern Punkten die frühsten Zustände alphabetischer Schriftentwickelung nachweisen oder bestätigen dürfte.

Es wäre daher sehr wichtig, die Anordnung des altägyptischen Alphabetes zu kennen. Dafs eine solche existirte, so wie überhaupt ein fest umschriebenes Alphabet, ist schon im voraus sehr wahrscheinlich, da die Ägypter schon in den ältesten Zeiten eine wirklich phonetische Schrift hat-

ten ([1]). Wir haben aber auch zwei wichtige positive Nachrichten von Plutarch darüber. *De Iside* p. 374. sagt er: Ποιεῖ δὲ τετράγωνον ἡ πεντὰς ἀφ᾽ ἑαυτῆς, ὅσον τῶν γραμμάτων παρ᾽ Αἰγυπτίοις τὸ πλῆθός ἐστιν. Das griechisch-koptische Alphabet existirte noch nicht, es kann daher nur von den altägyptischen Buchstaben die Rede sein. Diese waren also, zur Zeit des Plutarch wenigstens 25 an der Zahl. Er giebt uns ferner in den *Sympos. Quaest.* IX, 3. p. 738. folgende Nachricht über den ersten Buchstaben des ägyptischen Alphabets: Ἑρμῆς λέγεται θεῶν ἐν Αἰγύπτῳ γράμματα πρῶτος εὑρεῖν· διὸ καὶ τὸ τῶν γραμμάτων Αἰγύπτιοι πρῶτον Ἶβιν γράφουσι, οὐκ ὀρθῶς κατά γε τὴν ἐμὴν δόξαν, ἀναύδῳ καὶ ἀφθόγγῳ προεδρίαν ἐν γράμμασι ἀποδόντες. Die Ägypter hätten den ersten Buchstaben ihres Alphabets durch den dem Hermes (Thoth) geweihten Vogel Ibis dargestellt, und hätten unrecht gehabt, einem stummen Consonanten dadurch die erste Stelle im Alphabete einzuräumen. Jablonski im *Panth. Aeg.* II. p. 162. bespricht diese Stelle und schliefst daraus, dafs die Ägypter ihr Alphabet mit Θ angefangen hätten, denn dies sei der Anfangsbuchstabe des Thoth (Hermes), dem der erste Buchstabe des Alphabets, wie auch der erste Monat im Jahre (Thoth) geweiht sei. Ich will im Folgenden meine Gründe für die Meinung zu entwickeln suchen, dafs der bezeichnete erste Buchstabe ein Hauch war, wie im semitischen Alphabete.

31. Es ist jetzt hinlänglich bekannt, dafs die Ägypter die einzelnen Buchstaben durch Gegenstände bezeichneten, deren ägyptischer Name mit eben diesem Buchstaben anfing. Sobald dieses Gesetz von Champollion

---

([1]) Wer noch immer an den Hauptentdeckungen Champollion's, namentlich an seinem Hieroglyphenalphabete zweifelt, hat es sich selbst zuzuschreiben, dafs er noch unwissend über eine der wichtigsten Entdeckungen der neuern Wissenschaft geblieben ist; die Sache selbst liegt schon längst klar vor. Ich freue mich, das Deutsche Publikum bei dieser Gelegenheit zuerst auf ein bald erscheinendes Werk aufmerksam zu machen, welches von einem ausgezeichneten Schüler Champollion's, Fr. Salvolini, jetzt in Paris gedruckt wird, unter dem Titel: *Analyse grammaticale raisonnée de différens textes anciens égyptiens. Trois volumes gr. in 4°; ouvrage dédié à S. M. le roi de Sardaigne.* Der erste Theil, der unter der Presse ist, wird 1. ein vervollständigtes Hieroglyphenalphabet enthalten mit Nachweisung aller Fakta, worauf die Lesung jedes Zeichens beruht, 2. eine kritisch-grammatikalische Analyse der beiden ägyptischen Texte der Inschrift von Rosette, 3. eine demotisch-ägyptische Grammatik als Fortsetzung der so eben erscheinenden hieroglyphischen Grammatik von Champollion. Der Verfasser hat sich dem Publikum schon durch mehrere kleine Schriften auf diesem Felde vortheilhaft bekannt gemacht. —

gefunden war, fing man an, sich zu verwundern, warum man dies nicht schon längst aus der vielbesprochenen Stelle bei Clemens Alexandrinus abgenommen habe, der ausdrücklich die phonetischen Hieroglyphen als Anfangsbuchstaben in den Worten bezeichne: ἡ μὲν (γραμμάτων μέθοδος) ἐστὶ διὰ τῶν πρώτων στοιχείων, κυριολογική. Diese Erklärung wurde indessen mit Recht von Letronne gänzlich abgewiesen, welcher die ganze Stelle in der ersten Ausgabe des *Précis hiéroglyphique* von Champollion besprach. Er machte bemerklich, dafs in diesem Falle eine nähere Erklärung durch irgend einen Zusatz unumgänglich nothwendig gewesen wäre. Seine eigne Meinung über diese Worte ging dahin, dafs Clemens unter den πρῶτα στοιχεῖα das alte Kadmeische Alphabet von 16 Buchstaben gemeint habe, welche er wie *Plut. Symp.* IX, 3. πρῶτα genannt habe, und als Grieche zu Griechen sprechend wohl hätte verstanden werden können.

Diese von mehreren Gelehrten gebilligte Meinung wurde von andern verworfen, die noch immer die erste Erklärung vertheidigten. In der That bleibt aufser den Schwierigkeiten, die H. Letronne selber später zu einer Änderung seiner Meinung bewogen, derselbe Einwurf unbeseitigt, den er gegen die andere Erklärung geltend gemacht hatte. Clemens hätte auch in diesem Falle das πρῶτα durch einen Zusatz näher umschreiben müssen.

In der 2ten Ausgabe des *Précis* (1828. p. 376-399) wendete H. Letronne noch mehr Sorgfalt auf die Erklärung dieser wichtigen Stelle und namentlich der beiden Worte πρώτων στοιχείων. Er gab seine erste Meinung gegen eine zweite auf, nach welcher die πρῶτα στοιχεῖα die ursprünglichen einfachsten Laute der Sprache überhaupt bezeichnen sollten. (*Le mot πρῶτα se rapporte non à l'alphabet primitif, tel qu'était l'alphabet phénicien, mais aux sons primitifs, en général, c'est-à-dire, aux plus élémentaires et aux plus simples de tous.*) Er fand eine Bestätigung dieser Erklärung in dem von Champollion aufgestellten Hieroglyphenalphabete, in welchem allerdings gewisse Lautunterschiede noch unausgebildet erscheinen, und daher einfacher und ursprünglicher als das griechische Alphabet sei. Es ist aber zu bemerken, dafs kein alter Schriftsteller eine Idee von ursprünglicheren und unursprünglicheren Buchstaben hatte; die Griechen wufsten wohl, dafs in ihrem Alphabete gewisse Buchstaben später aufgenommen worden waren, aber sie hatten keine Ahnung davon, dafs der Grund davon in der Natur dieser Laute selbst liege, und dafs ein Alphabet, wo diese Buchstaben sich

noch nicht in der Sprache gesondert haben, ein primitives genannt werden könne. Übrigens bleibt auch hier noch der frühere Einwurf, dafs Clemens das πρῶτα hätte näher umschreiben müssen, wenn er verständlich sein wollte.

Endlich ist über die besprochene Stelle noch eine besondere Brochüre erschienen, unter dem Titel: *Examen d'un passage des Stromates de St. Cl. d'Alex. relatif aux écritures égyptiennes par M. E. Dulaurier. Paris* 1833. Der Verfasser geht wieder ganz auf die Erklärung der Stelle durch Zoëga (1) zurück und glaubt, dafs Clemens die phonetischen Hieroglyphen gar nicht gekannt und in den streitigen Worten bezeichnet habe. (*Il résulte du mémoire actuel, que St. Clément, non plus que les autres auteurs de l'antiquité, n'ont jamais fait mention des hiéroglyphes phonétiques, soit comme élément accessoire, soit comme élément vital du système hiéroglyphique: en conclure que des caractères de son n'étaient point admis dans l'écriture sacrée, ce serait fermer les yeux à la lumière, pour en nier l'existence; etc.*)

Die Stelle im Zusammenhange heifst: Αὐτίκα οἱ παρ' Αἰγυπτίοις παιδευόμενοι, πρῶτον μὲν πάντων τῶν αἰγυπτίων γραμμάτων μέθοδον ἐκμανθάνουσι, τὴν ἐπιστολογραφικὴν καλουμένην· δευτέραν δὲ, τὴν ἱερατικὴν, ᾗ χρῶνται οἱ ἱερογραμματεῖς· ὑστάτην δὲ καὶ τελευταίαν, τὴν ἱερογλυφικήν· ἧς ἡ μέν ἐστι διὰ τῶν πρώτων στοιχείων, κυριολογική. Ἡ δὲ συμβολική· τῆς δὲ συμβολικῆς ἡ μὲν, κυριολογεῖται κατὰ μίμησιν. Ἡ δ' ὥσπερ τροπικῶς γράφεται. Ἡ δὲ, ἄντικρυς ἀλληγορεῖται κατά τινας αἰνιγμούς· etc. Es würde gewifs jederman zufrieden sein, wenn das πρῶτα ganz fehlte und Clemens nur sagte, dafs eine Gattung der Hieroglyphen Buchstabenschrift, die andere symbolische Schrift sei. Das erwartet man und stimmt mit unserer Kenntnifs der Hieroglyphen überein. Die folgenden Stellen aus Eusebius werden nun überzeugen, dafs wenigstens zu seiner Zeit, etwas über 100 Jahre nach Clemens, und wenn die von ihm citirte Stelle aus Philo Byblius, wie zu erwarten ist, wörtlich treu ist, auch etwas über 100 Jahre vor Clemens, der Ausdruck πρῶτα στοιχεῖα, die ersten Elemente, nämlich der Sprache, völlig gleichbedeutend mit στοιχεῖα oder γράμματα gebraucht wurde, und ganz einfach Buchstabenschrift hier bezeichnen soll. (2)

---

(1) *De Usu et Or. Obelisc.* p. 439.

(2) Ich bemerke hier, dafs H. Letronne, bei einer mündlichen Mittheilung dessen, was

Euseb. Praepar. Evang. I, 10. führt aus Philo Byblius die Worte an: Τάαυτος, ὃς εὗρε τὴν τῶν πρώτων στοιχείων γραφήν, Thoth, welcher die Buchstabenschrift erfand. Wollte man hierin denselben zweifelhaften Ausdruck, wie bei Clemens finden, was ganz unstatthaft ist, wenn man die Stelle im Zusammenhange liest, so vergleiche man noch folgende Stellen aus der *Praeparatio Evangelica.* X, 5: Πρῶτος ὁ τὰ κοινὰ γράμματα, αὐτὰ δὴ τὰ πρῶτα τῆς γραμματικῆς στοιχεῖα, Ἕλλησιν εἰσηγησάμενος Κάδμος, und etwas weiter: ταῦτα μὲν οὖν μοι περὶ τῶν πρώτων στοιχείων εἰρήσθω, nachdem er vom semitisch-griechischen Alphabete gesprochen hatte. XI, 6. sagt er vom hebräischen Alphabete: αὐτίκα δὴ, καὶ τῶν πρώτων τῆς γραμματικῆς στοιχείων, Ἕλληνες μὲν οὐκ ἂν ἔχοιεν τὰς ἐτυμολογίας εἰπεῖν und endlich X, 1: die Griechen hätten von den Barbaren die Geometrie, Arithmetik, Musik, Astronomie, Medicin, αὐτά τε τὰ πρῶτα τῆς γραμματικῆς στοιχεῖα und viele andere nützliche Künste geholt. Wie dieser Ausdruck der gewöhnliche werden konnte, ist leicht begreiflich; die von Letronne angeführte Stelle von *Dionys. Hal. De compos. verbor. c.* 14. giebt selbst die beste Erklärung: ὅτι πᾶσα φωνὴ τὴν γένεσιν ἐκ τούτων λαμβάνει πρώτην, καὶ τὴν διάλυσιν εἰς ταῦτα ποιεῖται τελευταίαν. Die Buchstaben sind die ersten und letzten d. h. die einfachsten Elemente der Sprache.

32. Wenn somit aller Zweifel über den Sinn der Worte bei Clemens gehoben zu sein scheint, so bleibt doch die Entdeckung von Champollion, daſs jeder Buchstabe durch einen Gegenstand bezeichnet wurde, dessen Name damit anfing, nicht weniger richtig. Man sehe darüber Champoll. *Préc.* p. 360. ff. 2[le] Ausg. Die Sache bestätigt sich übrigens bei jedem Schritte, den man auf diesem Felde thut. Dieses Prinzip stimmt aber auffallend mit der Wahl der semitischen Buchstabennamen überein, die gerade auch lauter Gegenstände benennen, die mit dem zu bezeichnenden Buchstaben anfangen. Dasselbe Gesetz finden wir in der Wahl der Runennamen, wo *ur*, der Stier, *u*, *thurs*, der Riese, *th*, *ós*, die Thüre, *o* u. s. w. bezeichnen. Im Ägyptischen sehen wir statt dieser Namen die abgebildeten

---

ich über die Stelle bei Clemens beigebracht habe und damals schon niedergeschrieben hatte, nichts Neues dadurch erfahren hat. Er versicherte mir, daſs er namentlich die Stelle aus Philo Byblius in seinen Adversarien schon notirt und seine früheren Erklärungen der Stelle aufgegeben habe. Die übrigen Stellen aus Eusebius tragen nur dazu bei, die Überzeugung noch zu bestärken, die sich allerdings schon bei dieser ersten Parallelstelle aufdrängen muſste.

Gegenstände selbst. Der Mund, *ro*, bezeichnet *r*; die Hand, *tot*, *t*; die Nachteule, *mulag'*, *m*, u.s.w.

Diese bemerkenswerthe Übereinstimmung zwischen der Bezeichnung der semitischen und altägyptischen Buchstaben hat um so mehr Gewicht, wenn man darauf geachtet hat, wie grofs auch in vielen andern Punkten die Ähnlichkeit zwischen dem semitischen und ägyptischen Alphabete ist. Mehreres hat darüber schon Champollion beigebracht; sie ist aber noch weit durchgreifender, als er geahnt hat; doch ist hier nicht der Ort dies zu entwickeln. Ich habe nur darauf aufmerksam machen wollen, um für meine Ansicht mehr Eingang zu finden, dafs auch das ägyptische *A* kein reiner Vocal in unserm Sinne, sondern ganz wie א ein mit *a* verbundener Hauch war. Dieser Hauch galt wie bei den Hebräern als das eigentlich alphabetische Element, daher es von den Griechen für eine Muta angesehen werden konnte. Plutarch sagt, dafs der erste ägyptische Buchstabe durch den Vogel des Thoth, den Ibis, bezeichnet werde. Der Ibis heifst ägyptisch ϩιπ, *hip*, und könnte daher nach dem bekannten Gesetze *h* bezeichnen; dieser Vogel kommt aber nie als phonetische Hieroglyphe vor, sondern nur als Symbol des Thoth.

33. Es scheint hier aber eine Verwechselung des Vogels des Thoth mit dem Vogel des Hor, dem Sperber, zum Grunde zu liegen, die wir unten näher besprechen werden. Die gewöhnlichste Bezeichnung des א ist der Sperber, oder der Adler. Früher nannte Champollion diesen Vogel immer Sperber; später sah er, dafs beide Vögel in der That auf den Monumenten deutlich unterschieden werden können, und der Adler, kenntlich durch seinen an der Spitze gekrümmten Oberschnabel, schien noch regelmäfsiger dem ⲁ, *a*, zu entsprechen, da sein ägyptischer Name ⲁϩⲱⲙ, *ahôm* mit ⲁ beginnt. Es ist indessen kein Zweifel, dafs auch der eigentliche Sperber, der Vogel des Horus, statt des Adlers gefunden wird. Für den Sperber war der Name ⲃⲏϫ, *bég'*, bei Horapollon βαιήθ, bekannt; er bezeichnet aber nie *b*. Peyron in seinem so eben vollendeten *Lexicon Copticum* führt dafür aber auch den Namen ϩⲁϣⲏⲧ, *hasˁêt*, an aus dem *Cod. Paris.* 44. f. 22. und Zoëga *Cat.* p. 655. Im erstern wird es erklärt: الشاهين الايحب, *falco, falconis species generosa,* und f. 25. durch die griechischen Worte γεραπιου ειπτις, welche Peyron verbessert ἱέραξ, *accipiter*, und ἰκτὶν, *milvus.* Ein dritter Name für den Sperber ϩⲓⲃⲟⲩⲓ, *hibui*, ist zweifelhaft. *Hasˁêt*, der

Edelfalke, dürfte aber der ägyptische Name sein, welcher zu dieser Bezeichnung des א Veranlassung gegeben hat. Champollion sondert streng die Hieroglyphen für die einzelnen Vocale von denen für *h*, und allerdings bezeichnet die Kette (richtiger vielleicht der Strick *hag'i*) und die mäandrische Figur, die beiden gewöhnlichsten Bezeichnungen für *h*, eine stärkere Aspiration. Ich bin aber zu der bestimmten Überzeugung gelangt, dafs das ägyptische Alphabet seinem Wesen nach, ganz wie das semitische, syllabisch war, und diesen Charakter, wie alle übrigen Alphabete erst allmählig, aber bis in die letzten Zeiten nur theilweise und in bestimmten Grenzen, abgelegt hat. Ich kenne sehr wohl die Einwürfe, die schon längst gegen die Syllabität des Ägyptischen erhoben worden sind, aber es ist hier nicht der Ort, auf diese umfassende Frage weiter einzugehen. Es ist auch in vieler Hinsicht für fernere Untersuchungen nicht störend, wenn man, wie bisher, fortfährt den Namen des Hadrian, wenn er mit dem Sperber geschrieben ist (*Rosell. Mon.* t. II. Kaiser n. M. M[a].) *A-drianus* zu lesen, und die Aspiration für ausgelassen zu erklären, und wenn er mit dem Mäander geschrieben ist (*Rosell. Mon.* M f. *Champ. Préc.* n. 150.) *H-drianus* zu lesen, und den Vocal, wie so oft, für ausgelassen zu erklären. Es ist nur zu bemerken, dafs dergleichen Verwechselungen zwischen den Vocalzeichen aller Art und den Hauchzeichen gar häufig sind. Die Ägypter hatten gewifs viel mehr verschiedene Hauche, als bisher erkannt worden sind; ich halte sie alle für syllabisch. Der Sperber war ein sehr schwacher Hauch und ist seiner Natur nach in aller Beziehung mit dem hebräischen א zusammenzustellen; daher wurde auch das einfache, unaspirirte *a* der griechischen und römischen Namen hieroglyphisch in der Regel durch den Sperber ausgedrückt, gerade wie es ziemlich früh von den Hebräern durch א wiedergegeben wurde.

Es wäre nun zu erwarten, dafs wenn die Ägypter wie die Semiten ihren Buchstaben bestimmte Namen gaben, ihr erster Buchstabe *haśét* geheifsen habe. Ich vermuthe aber, dafs dieser erste Buchstabe nicht mit dem Namen des Vogels selbst, sondern mit dem des Gottes benannt wurde, dem er heilig war, *Hor* oder *Har*. Ja ich zweifle kaum, dafs uns dieser Buchstabenname wirklich noch erhalten, und kein anderer als das *hori* im koptischen Alphabete ist. Das koptische Alphabet ist bekanntlich das griechische, dessen Ordnung und Namen beibehalten, und nur durch einige Buchstaben vermehrt wurde, für welche das griechische Alphabet keine

Zeichen hatte. Diese zugefügten Buchstaben sind ϣει, *šei*; ϥει, *fei*; ϧει, *chei*; ϩορι, *hori*; ϫαнϫια, *g'ang'ia*; ϭιмα, *s'ima*; und die Sylbe ϯ, *ti* mit dem Namen ϯει, *tei*. Diese 7 Buchstaben haben ihre demotisch-ägyptische Figur beibehalten, und der Hauchbuchstabe *hori*, *h*, allein (vielleicht auch *g'ang'ia*) auch seinen altägyptischen Namen, Buchstabe des Hor. In der That ist auch das *hori* keine starke Aspiration, denn es fällt sehr häufig im Koptischen ab, und viele Worte wie ϩωρ, *hor*, selbst griech. Ὧρος neben Ὥρος, ϩαπι, *hapi*, gr. Ἄπις, ϩαρωнρ, *haroër*, Ἀρώηρις, ϩιπ, *hip*, ἶβις u.v.a. werden ägyptisch mit dem *h* geschrieben, im Griechischen mit *spir. len.* Endlich vergleiche man nur die demotische Form des Sperbers bei *Champ. Préc.* tb. A. n. 1. ϩ, um sogleich die koptische Form des *hori*, besonders wie es in ältern Handschriften, z. B. den sahidischen Fragmenten der Pariser Königl. Bibliothek, ϩ, geschrieben wird, darin wieder zu erkennen, während die hieratische oder demotische Form des Strickes oder Mäanders (tb. C. n. 31-33.) durchaus keine Ähnlichkeit darbietet.

34. Ich komme noch einmal auf die Stelle des Plutarch zurück, welcher den Vogel des Thoth nennt, statt dessen wir den Vogel des Horus als ersten ägyptischen, dem א entsprechenden Buchstaben gefunden haben. Es ist bekannt, daſs die Alten zwei Thoth nennen, welche durchgängig, auch auf den Monumenten unterschieden werden. Manethon, dessen Zeugniſs für die ägyptischen Sagen hier von dem gröſsten Gewicht ist, unterscheidet sie bestimmt bei *Syncell. Chronogr.* p. 40: er habe seine Nachrichten entnommen *ἐκ τῶν ἐν τῇ Σηριαδικῇ γῇ κειμένων ϛήλων, ἱερᾷ διαλέκτῳ καὶ ἱερογλυφικοῖς γράμμασιν κεχαρακτηρισμένων ὑπὸ Θὼθ, τοῦ πρώτου Ἑρμοῦ, καὶ ἑρμηνευθεισῶν μετὰ τὸν κατακλυσμὸν ἐκ τῆς ἱερᾶς διαλέκτου, εἰς τὴν ἑλληνίδα φωνὴν, γράμμασιν ἱερογραφικοῖς καὶ ἀποθέντων ἐν βίβλοις ὑπὸ τοῦ ἀγαθοῦ δαίμονος υἱοῦ τοῦ δευτέρου Ἑρμοῦ, πατρὸς δὲ Τὰτ, ἐν τοῖς ἀδύτοις τῶν ἱερῶν Αἰγύπτου.* Der erste Thoth, oder *Ἑρμῆς τρισμέγιϛος* ist est nun, dem die erste Erfindung der Schrift beigelegt wird, so wie fast aller übrigen Künste und Wissenschaften. Dieser erste Thoth wird aber nach Champollion mit einem Sperberkopfe wie die Sonnengötter Phre und Horus dargestellt. (*Le premier Thoth, ou Hermès Trismégiste, l'ancien Hermès, la science divine personnifiée. Ce dieu, représenté avec une tête d'épervier, épanche l'eau d'un vase qu'il tient dans ses mains. — Le premier Thoth est le soleil du monde intellectuel.*) Dem zweiten Hermes dagegen, der sich viel häufiger auf den Monumenten findet,

kommt der Ibis zu. (*Le second Thoth, deux fois grand, ou le deuxième Hermès, incarnation de Thoth trismégiste sur la terre. Ce dieu est caractérisé par une tête de l'oiseau ibis, son symbole vivant.*) Die mythologischen Erklärungen von Champollion sind noch sehr mangelhaft; wenn es sich aber bestätigt, dafs dem ersten Thoth nicht der Ibis, sondern der Sperber heilig war, so würde sich hierdurch unmittelbar die Stelle bei Plutarch erklären.

Der Sperber war im allgemeinen das Symbol der Sonne, daher er nicht allein dem Horus (Apollo) heilig war, sondern auch dessen Vater, dem Osiris (*Plut. de Is.* p. 371. *Horapoll.* I, c. 6. 8.) wie allen Sonnengöttern. Der Gott Hor wurde wie eine Verjüngung des Osiris von den Ägyptern aufgefafst. Der Name Hor selbst ist schon längst mit dem hebräischen אוֹר, *hor*, Licht, besonders Tageslicht zusammengestellt worden; und bei der durchgreifenden Verwandtschaft der ägyptischen mit den semitischen Sprachen nehme ich keinen Anstofs an dieser Zusammenstellung. Jablonski (*Panth.* I. p. 222.) hat dabei nur das Bedenken, dafs er diese Wurzel im Koptischen nicht wieder finden konnte. Sie findet sich aber allerdings. Das sahidische ϩⲟⲟⲩ, *hou*, der Tag, in Zusammensetzungen auch ϩⲟⲩ, *hu*, wird hieroglyphisch meist ebenso geschrieben, mit dem Determinativ der Sonnenscheibe, oft aber auch mit einem *r*, , *hur* (s. *Rosell. Mon.* II. p. 348.). Es ist schon von mehreren Seiten auf die nicht seltene Erscheinung aufmerksam gemacht worden, dafs koptische Wörter ein früheres *r* hinten abgeworfen haben, das sich hieroglyphisch noch findet (*Rosell.* t. II. p. 138. 348. *Salvolini, Notice* p. 97.). Dieselbe Erscheinung zeigt sich noch in den uns bekannten koptischen Dialekten. Derselbe Stamm findet sich in der hieroglyphischen Bezeichnung des Beinamens des fünften Ptolemäus, Epiphanes, auf der Inschrift von Rosette, welchen Rosellini zuerst erklärt hat. Dieser Beiname ἐπιφανὴς, der erscheinende, glänzende, wird hieroglyphisch geschrieben , ϩⲣⲧ, *hrt*; dieses Wort ist schon bekannt aus dem Titel, den der Gott Horus sehr häufig erhält, „Horus *hrt* von Osiris, Sohn der Isis." Champollion übersetzt es (*Préc.* pl. XII. p. 191. 2te Ausg.) *manifesté ou engendré*, und es ist ohne Zweifel eine Participialform, die auf den Stamm *hr* zurückgeht, und deren Bedeutung sich durch das Zusammengestellte rechtfertigt. Das Wort wird, wie schon gesagt, vorzugsweise vom Horus in Bezug auf seinen Vater Osiris gebraucht, Horus ans Licht gebracht von

Osiris; es scheint daher gerade Eine Anspielung auf diese beiden Lichtgötter und auf den Namen des Hor selbst darin zu liegen. In den Titeln der Pharaonen, Könige und Kaiser kommt es sonst meines Wissens nicht vor, aufser dem Ptolemäus Epiphanes, der in der That auch in der Inschrift von Rosette selbst mit Horus verglichen wird: ,,Sohn eines Gottes und einer Göttin, wie Horus, Sohn des Osiris und der Isis.'' Wir müssen daraus schliefsen, dafs im heiligen Dialekte der Ägypter sich noch der Stamm *hur* oder *hor*, in der Bedeutung von Licht, leuchten, erhalten hatte, obgleich er in der Vulgärsprache verloren gegangen war, und nur noch in dem abgestumpften *hou* oder *hu*, der Tag, seine Spur zurückgelassen hatte.

35. Ich komme darauf zurück, wovon ich ausgegangen war, dafs ich den Namen des Hor etymologisch für gleichbedeutend mit dem hebräischen אוֹר, *hor* oder *ôr*, das Licht, halte, wie der Horus auch allgemein von den Alten selbst erklärt wird, und deshalb mit dem Ἥλιος oder Apollo verglichen wird ([1]). Wir sehen also das *hori*, einen dem א im semitischen Alphabete entsprechenden Hauchlaut, von der Sonne, welche durch die höchsten ägyptischen Gottheiten repräsentirt wird, benannt, und durch ihr Symbol, den Sperber, bezeichnet, wie im semitischen Alphabete das *alef* das Symbol der höchsten orientalischen Gottheit bezeichnet. Ich lasse was in dem dafür Beigebrachten manchen Lesern unbegründet scheinen dürfte sehr gern dahin gestellt sein, und bin zufrieden, wenn ich für Andere auch nur die Vermuthung wahrscheinlich gemacht habe, dafs die Ägypter wirklich ein fest umschriebenes Alphabet, zur Zeit Plutarchs von 25 Buchstaben, hatten, dafs diese den semitischen analoge Namen führten, und wohl auch eine analoge Ordnung befolgten. Es könnte sich sehr leicht fügen, dafs wir das vollständige ägyptische Alphabet in irgend einem Manuscripte fänden, und man lasse sich von dieser Hoffnung nicht abschrecken durch den Gedanken, dafs ja Champollion in seiner neuen Hieroglyphengrammatik ein Alphabet von 260 phonetischen Hieroglyphen aufgestellt habe, die sich noch immer bis auf 300 vermehren lassen nach den weitergeschrittenen Untersuchungen von Salvolini. Abgesehen von den vielen Variationen ein und derselben Hie-

---

([1]) *Plut. De Is.* p. 375: *τὴν μὲν ἐπὶ τῆς τοῦ ἡλίου περιφορᾶς τεταγμένην δύναμιν Ὧρον, Ἕλληνες δὲ Ἀπόλλωνα καλοῦσιν.* *Horapoll.* I. 17: *Ἥλιος δὲ Ὧρος ἀπὸ τοῦ τῶν ὡρῶν κρατεῖν.* *Macrob. Sat.* I, c. 21. *Apud Aegyptios Apollo, qui est Sol, Horus vocatur.* u. v. a.

roglyphe wird der bei weitem gröfste Theil nur in ganz speciellen fest bestimmten Worten gebraucht, in denen diese Zeichen zugleich einen mehr oder weniger prononcirten symbolischen Werth haben. Das eigentliche Lautalphabet ist sehr beschränkt und noch von niemand in seinen genauern linguistischen Verhältnissen aufgefafst worden; namentlich wird noch mit der willkührlichen Substitution der Vocale ein grofser Mifsbrauch getrieben.

36. Ich schliefse mit einigen Betrachtungen über das äthiopische Alphabet. Wir haben schon oben (§. 22) das Verhältnifs angegeben, in dem es in Bezug auf seine Syllabität zu den übrigen Alphabeten steht. Es hat 25 Buchstaben, deren jeder siebenfach vocalisch modificirt ist. Ihre Anordnung ist nicht die semitische, doch beginnt auch hier ein Hauchlaut, *hoj*. Von diesem wird das ganze Alphabet benannt (Ludolf, *Lexicon Aethiopicum*); sein Name ist aber im Äthiopischen dunkel. Hupfeld in seinen sehr verdienstlichen *Exercitat. Aethiopic. Lipsiae* 1825. stellt unrichtig *hoj* mit dem hebräischen *he* zusammen und läfst dem *chet* das äthiopische *haut* und *harm* zugleich entsprechen. Kopp stellt in seiner Vergleichung der semitischen Alphabete richtig *haut* mit *he* zusammen, wie die Figur lehrt, und *harm* mit *chet*; *hoj* schliefst er von den 22 semitischen Buchstaben, welche die Stellen 2-23 aber in einer bisher mir noch unerklärten Ordnung einnehmen, mit Recht ganz aus. Wenn Hupfeld (p. 6.) behauptet, dafs die Vocalveränderungen *grammatici cuiusdam artificio* zuzuschreiben seien, so kann ich ihm in keiner Weise beistimmen. Die einzelnen Figuren der Buchstaben sind steif und völlig von einander getrennt wie die hebräische Quadratschrift oder das Dêvanâgari. Dadurch unterscheidet sich diese Schrift wesentlich von den vielen semitischen Cursivschriften, wozu ich sämmtliche syrische und arabische zähle, und erhält ganz den Charakter einer heiligen, vor jeder Alteration sorgfältig bewahrten Bücherschrift. Auch bemerkt Ludolf in seiner äthiopischen Grammatik ausdrücklich: *nulla in litteris Aethiopicis reperitur diversitas.* Was ihr aber eine ganz besondere Stelle unter den semitischen Schriften giebt (denn die Verwandtschaft, namentlich mit dem Phönizischen ist nicht zu verkennen, und von Kopp nachgewiesen), ist ihre Richtung. Sie wird, wie das Dêvanâgari und die europäischen Schriften von der Linken zur Rechten gelesen.

37. Es fragt sich, wie diese Erscheinung zu erklären ist. Die Ansicht, dafs die äthiopische Schrift von der griechischen abgeleitet sei, ist von

Gesenius, Kopp und zuletzt von Hupfeld als völlig grundlos nachgewiesen worden. Letzterer macht dafür noch den Umstand geltend, dafs auch die alphabetischen Namen meist noch ältere Wortformen als selbst die hebräischen zeigen. Auch ist zu bedenken, dafs die griechische Schrift keine Veranlassung geben konnte, ein Sylbenalphabet zu erfinden. Wenn es aber sicher ist, dafs weder die Schriftzüge, noch die Ordnung der Buchstaben, noch die Buchstabennamen von den Griechen kommen, so scheint es mir auch höchst unwahrscheinlich, dafs die Richtung der Schrift von den Griechen herübergenommen sei, wie noch immer Hupfeld annimmt. Kenntnifs der griechischen Schrift mufs allerdings angenommen werden, seitdem das Christenthum im 4[ten] Jh. ihnen durch griechische Vermittelung zugegangen war und es kann keine Frage sein, dafs sie die Zahlzeichen von den Griechen erhalten haben, denn es sind die griechischen Buchstaben selbst. Aber gerade dieser Umstand spricht durchaus dafür, dafs die Äthiopen schon vor ihrer Bekanntschaft mit den Griechen ihr Alphabet vollständig ausgebildet hatten, denn sonst hätten sie eben so gut, wie für die Zahlzeichen die griechischen Formen und ihre alphabetische Ordnung herübernehmen können.

38. Wenn wir aber somit nur das Resultat von Hupfeld bestätigen können, dafs die Bildung des äthiopischen Alphabets viel älter sein mufs, als die Bekanntschaft mit der griechischen Literatur, so bleibt uns nur übrig indischen Einflufs darin anzuerkennen. Und dafür sprechen in der That mehrere sehr bemerkenswerthe Umstände.

Durch diese Annahme würde sich nämlich 1) die vorzugsweise indogermanische Richtung der Schrift von der Linken zur Rechten, wie sie von den Indiern, den alten Persern in der Keilschrift und den europäischen Völkern angenommen wurde, erklären.

2) Die syllabische Schrift, die als einfach und consequent fortgesetzte Weiterbildung der indisch-syllabischen Schrift aufgefafst werden kann.

3) stimmt die Vocalisation noch ganz besonders mit der indischen überein, indem die einfachen, unveränderten Figuren der ersten Reihe, wie die einfachen Sanskritbuchstaben, mit dem kurzen Vocale *a* gesprochen werden, *â* jedoch, so wie die Vocale *i, u, e, o* und auch wie wohl zu bemerken das *schva*, oder der Wegfall des vocalischen Elementes durch besondere, dem Buchstaben angehängte Striche bezeichnet werden.

4) Ich habe ferner die von Hrn. Burnouf gesammelten, aber noch nicht publicirten verschiedenen indischen Alphabete vor Augen, die von indischen Inschriften genommen sind. Hier sind meistens die Vocalzeichen, die im Dêvanâgari nur lose angesetzt sind, ganz mit den Buchstaben verwachsen, so dafs sich Burnouf häufig genöthigt gesehen hat, ein wahres Syllabarium aufzustellen, dem äthiopischen durchaus ähnlich. Noch überraschender ist aber, dafs einzelne Buchstaben dieser indischen Alphabete genau wie die äthiopischen geformt sind. Dahin gehören namentlich auf Tafel II. die Buchstaben *ma*, *k̓a*, *ta*, *na*, *ga* und *p̓a*, unter denen z.B. ቀ, *k̓a*, identisch mit dem äthiopischen ist. Auch ist zuweilen der Strich zur rechten Seite des Buchstabens, der sowohl im Sanskrit als im Äthiopischen *á* bezeichnet, genau wie im äthiopischen Alphabete angefügt.

Wenn all diese Umstände in mir die Überzeugung hervorriefen, dafs das äthiopische Alphabet sich unter indischem Einflusse gebildet habe, so wurde mir noch eine letzte unerwartete Bestätigung durch einen Freund, H. Dr. Schulz aus Königsberg, dargeboten, welcher unabhängig von meinen Untersuchungen die Bemerkung gemacht hatte, dafs die Musnad-Schrift ([1]), mit welchem Namen die Araber die äthiopische Schrift bezeichnen, nichts anderes als „die indische" Schrift bedeute, da *musnad* die natürliche Adjectivform von *sind*, Indien, ist. Dafs wir daher auf der einen Seite indische, auf der andern semitische Verwandtschaft des äthiopischen Alphabets finden, ist jetzt erklärlich, da wir oben gesehen haben, dafs auch die älteste dem S'iva zugeschriebene Anordnung des Dêvanâgari mit der semitischen Anordnung übereinstimmt. Dafs auch sämmtliche Sanskritfiguren auf die semitischen zurückzuführen sind, leidet für mich keinen Zweifel.

39. Es ist eine noch unentschiedene Frage, in welchem Verhältnisse die axumitischen Äthiopen, deren Sprache und Schrift wir kennen, und die sich selbst ግዕዝ, *geèz*, und ihre Sprache die *geèz*-Sprache nennen, mit den alten berühmten Äthiopen stehen, die in der Bibel und auf den hieroglyphischen Monumenten *kusch* genannt werden. Man nimmt jetzt gewöhnlich an, dafs es eine aus dem südlichen Arabien eingewanderte Kolonie war,

---

([1]) Über die Musnadschrift s. einige interessante Nachweisungen bei E. Quatremère: *Recherches sur la langue et la littérature de l'Égypte. Paris.* 1808. p. 272.

und betrachtet ihre Sprache als den einzigen Rest des südarabischen oder hemiaritischen Dialektes. Man hat übrigens aufser der Tradition bei dem Volke selbst keine geschichtlichen Nachrichten über diese besondere Einwanderung. Das Land Kusch im Alten Testamente umfafste auch aufser dem afrikanischen Äthiopien das südliche Arabien, welches Gesenius in den Stellen 1. Mos. 10, 7. 8; 4. Mos. 12, 1; 2. Chron. 14, 8. 21, 16; Hab. 3, 7. versteht. Auch scheint die ganze Bevölkerung und Civilisirung von Ägypten und Äthiopien auf diesem Wege gekommen zu sein, und über die fortwährende enge Verbindung dieser afrikanischen Völker mit den angrenzenden Hemiariten, besonders durch den Handelsverkehr mit Indien, spricht Heeren in den Ideen Bd. III. ausführlich. Was die Sprachen betrifft, so ist nach den neuern Untersuchungen die enge Verwandtschaft der Ägypter und Äthiopen in Schrift (die Ägypter sollen die Hieroglyphenschrift von den Äthiopen erhalten haben), Kunst und Wissenschaft, Sitten und Gesetzen, und auch in der Sprache aufser Zweifel gesetzt worden. Die koptische Sprache verräth ihre Grundverwandtschaft mit den semitischen Sprachen deutlich; die alte Sprache, die sich in der *ἱερὰ διάλεκτος* am reinsten erhalten haben mochte, stand ihnen wahrscheinlich noch näher. Von den Äthiopen läfst sich nach ihrer geographischen und historischen Stellung schliefsen, dafs ihre Sprache den semitischen noch näher stand. Was hindert uns im Grunde noch, anzunehmen, dafs die alte äthiopische Sprache der südarabischen so nahe stand, wie wir jetzt die Geèz-Sprache finden, und dafs diese nicht eine erst spät eingewanderte Sprache, sondern ein Rest der alten äthiopischen Sprache ist? Vielleicht wird uns einmal die Lesung äthiopischer Hieroglyphen über diesen Punkt genauer unterrichten. Vielleicht, dafs dann auch die doppelte Verwandtschaft der Geèz-Schrift eine neue Bedeutung für die sprach- und cultur-geschichtliche Vergleichung der Semiten, Hamiten und Japetiten, um mich hier dieser runden Bezeichnungen zu bedienen, gewinnt.

40. Ich habe in einer besondern Abhandlung die Übereinstimmung der indogermanischen, semitischen und ägyptischen Zahlwörter nachgewiesen; eine andere ist bestimmt, durch Nachweisung der Übereinstimmung der indisch-arabischen Ziffern mit den ägyptischen jene zu ergänzen; schon länger beschäftigt mich eine Vergleichung der semitischen,

indogermanischen und ägyptischen Pronominalwurzeln, die als Grundlage zu einer weiteren Vergleichung dieser drei Sprachstämme dienen sollen: und so hoffe ich, dafs auch die gegenwärtige Aufstellung des wahren Prinzips der ältesten Alphabetsordnungen einen Schritt weiter geführt haben wird in der wissenschaftlichen Auffassung des Verhältnisses, in welchem diese drei, bisher so streng auseinander gehaltenen Völkerklassen ursprünglich zu einander stehen.



Über

den Eingang des Parzivals.

Von

Hrn. LACHMANN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 15. October 1835.]

Wir finden bereits im dreizehnten Jahrhundert, ja noch bei Lebzeiten Wolframs von Eschenbach, wiederholte Klagen über die Dunkelheit der Rede in seinem Parzival: und auch jetzt wird ein noch so wohl vorbereiteter Leser dieselbe Klage zu führen genöthigt sein: er würde es sein, wenn auch bisher schon möglich geworden wäre die Mittel des Verständnisses zum leichten Gebrauch angeordnet hinzustellen. Zwar ist es mir immer vorgekommen als ob die feinen und scheinbar fern liegenden Beziehungen, welche der Dichter zu nehmen liebt, fast durchaus bequem aus den gangbaren Ansichten Bildern und Redeweisen der Zeit hervorgiengen, so dafs sich ihre Veranlassung meistens sehr in der Nähe findet. Ich mufs daher glauben dafs ein Zuhörer, der in denselben Lebensverhältnissen und in ähnlichen Gedanken stand, auch dem rascheren Gange des gewandten und vielseitigen Dichtergeistes hat folgen können; dafs in einer Zeit, deren Charakter in der Poesie eben das Hervortreten bestimmter einzelner Persönlichkeiten ist, der Dichter wohl hat ein folgsames Anschmiegen der Aufmerkenden verlangen können. Allein wenn auch in Wolfram von Eschenbach, durch die schärfste Eigenthümlichkeit und die höchste poetische Gabe unter den Gleichzeitigen, die Idee der kunstmäfsigen erzählenden Poesie dieser Zeit am herrlichsten erschienen ist, so kann es uns doch nicht erstaunen dafs Hartmann von Aue neben ihm zwar nicht mehr bewundert aber offenbar mehr geliebt worden ist, weil er die allgemeine Anschauungsweise der Zeit nur mit der leisen Färbung einer höchst anmutigen poetischen Individualität darstellte. Wolfram hat denn auch selbst über seine Dunkelheit gescherzt, (Wilh. 237, 11) „mein Deutsch

ist zuweilen so schwierig, daſs mir leicht einer zu wenig versteht, wenn ichs ihm nicht sogleich erkläre: und so halten wir beide einander auf."

mîn tiutsch ist etswâ doch sô krump,
er mac mir lîhte sîn ze tump,
den ichs niht gâhs bescheide:
dâ sûme wir uns beide.

Und seinen Tadlern antwortet er milde, mit Scherz und Anerkennung, (Wilh. 4, 19) ,,Was ich von Parzival sprach, lobte mancher: auch waren viel die es tadelten — und ihre eigne Rede schöner zierten. Hab ich noch künftig Zeit, so will ich dann alles klagen was mir zu Leide geschehen ist, und was allen andern seit Jesu Taufe."

ich Wolfram von Eschenbach,
swaz ich von Parzivâl gesprach,
des sîn âventiur mich wiste,
etslîch man daz prîste:
ir was ouch vil diez smæhten
und baz ir rede wæhten.
gan mir got sô vil der tage,
sô sag ich mîne und ander klage,
der mit triwen pflac wîp unde man
sît Jêsus in den Jordân
durch toufe wart gestôzen.

Gewiſs nicht in seinem Ton läſst ihn der Dichter des Titurels (Vorr. 19) sagen, die den Anfang seines Parzivals als zu unverständlich getadelt, seien

die trægen dâ man merket
und der witz die tunkel sehende.

Aber auf Wolfram und auf den Eingang des Parzivals wird allerdings Docen den Tadel Gottfrieds von Straſsburg mit Recht bezogen haben, der von den Märejägern spricht, die wie Hasen umherspringen, die ihre Märe müsten von Ausdeutern herumtragen lassen: er habe nicht Zeit die Glosse aus den schwarzen nekromantischen Büchern herauszusuchen. Ja von dem Eingange des Parzivals hatten einige gesagt, der Dichter könne ihn selbst nicht erklären:

wan sümelîche jehende
sint, ich künn es selbe niht verrihten,

heiſst es im Titurel (Vorr. 20), wo eben deshalb von den ersten 37 Versen

eine Paraphrase gegeben wird, die uns im Einzelnen oft zur Führerin dienen kann, den Zusammenhang der Gedanken aber verfehlt oder doch allegorisch umdeutet. Den Lesern des achtzehnten Jahrhunderts suchte Bodmer, noch ehe die Ausgabe von Müller erschien, 1781 im zweiten Bande der Balladen S. 229-232 durch eine Übersetzung des ganzen Einganges die erste Hilfe und Anreizung zu geben: sie ist aber ungefähr eben so verfehlt wie sein Urtheil über das ganze Gedicht, (S. 202) „Von der Einheit der Handlung hatte der Dichter keine Idee, doch einige Winke von der Einheit des Interesse. Man mufs den Werth dieses Gedichtes in dem Gefühl des Herzens, in der Einfaltigkeit der Ausbildung und in einer zärtlichen Lebhaftigkeit des Poeten suchen, in Sachen, die in unsern verfeinerten Tagen Plattheit heifsen."

Die Schwierigkeit des Einganges zum Parzival liegt zum Theil in der Form die der Dichter gewählt hat. Wie ziemlich alle Gattungen die im dreizehnten Jahrhundert ausgebildet erscheinen, schon im zwölften ihren Anfang haben, so sind auch von der älteren didaktischen Poesie nicht unbedeutende Proben übrig geblieben. Meistens ist darin die Betrachtung zusammenhangend, aber unterbrochen durch einzelne Sprüche; der Inhalt gewöhnlich mehr oder weniger geistlich, doch nicht durchaus. Besonders merkwürdig scheint mir ein von Herrn Hoffmann in seiner Litteratur der Gedichte des zwölften Jahrhunderts (Fundgruben 1, S. 260) übergangenes, das in Form eines Briefes, der selbst seinen Inhalt ausspricht (*Ich bin ein heinlicher bote*), Lehren über die Minne giebt ([1]). Aber man hat auch in Handschriften einzelne gereimte Sprüche oder mehrere unzusammenhangende gefunden, und der Pfaff Konrad in seinem Roland S. 13[a] bezeichnet ein altes Sprichwort als schon aufgezeichnet.

er rôrte thaz altsprochene wort.
jâ ist geschriwen thort
„under scôneme scathe lûzet:
iz ne ist niht allez golt thaz tha glîzzet."

In mehreren ganz verschiedenen Theilen der so genannten Kaiserchronik sind ganze Reihen von gereimten Sprüchen, die einen gemeinschaftlichen Inhalt und oft einen Fortschritt des Gedankens haben. Diese Weise, in der

([1]) Nach dem Abdruck in Docens Miscellaneen 2, S. 306 wäre ein sorgfältigerer wünschenswerth.

die Sprüche durch keine weitere Betrachtung ausgeführt werden, ist in erzählenden Gedichten eine beliebte Form der Belehrung. So ist in der Eneide Heinrichs von Veldeke die Lehre der alten Königin von der Minne (9711 ff.), so im Parzival (127, 15. 170, 15) Herzeloiden und Gurnemanzes Rath. Das aber wird eine neue Anwendung dieser Form gewesen sein, dafs Wolfram und Gottfried ihre Erzählungen mit solchen zusammengereihten Sprüchen anfiengen, und dafs zwanzig Jahr später Freidank aus sinnreich geordneten Sprüchen, ohne ausführende Betrachtung, ein ganzes Lehrgedicht bildete.

Seine Sprüche hebt Wolfram an mit einer Vergleichung des Zweifels, der Untreue und der Treue, denen er bunte schwarze und weifse Farbe beilegt. „Ist Zweifel des Herzens Nachbar." Die verwandten Ausdrücke sind in Menge vorhanden; *nâch gêndiu swære, ez lît dem herzen nâhe, klage ist übel nâchgebûr;* bei Ulrich von Türheim *mîn ouge daz an dir wol siht, daz freude ist dîn nâchgebûr.* Genau und vollkommen gleich aber ist bei Äschylus *γείτονες καρδίας μέριμναι.* Und damit man nicht etwa glaube dafs Wolfram in diesem Bilde der deutschen Denkweise eine ihr fremde Richtung gegeben habe, so hat es auch ganz wörtlich derselbe Ulrich von Türheim, der zwar Wolframs heiligen Wilhelm fortgesetzt aber nirgend seine Redeweise nachgeahmt hat: seine vielen sprichwörtlichen Ausdrücke sind aus dem Volksgebrauch entlehnt.

si begunde vaste trûren,
zir herze nâchgebûren
nam si clegelichez leit.

Die Folge des nah am Herzen wohnenden Zweifels hat Wolfram auffallend stark bezeichnet, *daz muoz der sêle werden sûr.* Denn obgleich *muoz* weit schwächer ist als unser mufs und nur den wahrscheinlichen natürlichen Erfolg bezeichnet, so hat doch der Dichter offenbar an die sauern Qualen der Hölle gedacht, wie ihn auch der Verfasser des Titurels versteht. Man mufs sich erinnern, was Benecke zum Wigalois S. 468 bemerkt hat, dafs der *zwîvel,* im Gegensatze des *trôstes,* nicht selten das vollkommene Überschlagen in die Verzweiflung bedeutet, und daher in Beziehung auf Gott den Unglauben. In dem Ave Maria welches den Namen Konrads von Würzburg trägt, betrifft eine ganze Strophe den Zweifel in diesem Sinne. (Heidelb. Hds. 350, Bl. 52)

Avê Mariâ maget, wis ein urkünde
uns für eine sünde,
diu uns sêre jagt
in daz lant des tôdes,
dâ Châm und Hêrôdes
sint mit grôzem jâmer gar vervallen.
Disiu leide sünde zwîfel heizet,
diu ûf jâmer reizet
naht und ouch den tac.
wê im den si twinget!
ze trûren si in bringet,
für daz honic birt sim niht wan gallen.
Swer sünde tuot dem vater, des entraht ich niht,
noch Jêsû, dem ûz erwelten kinde.
des genâde ist linde:
wol dem heil geschiht.
swer dem frônen geiste
mit dem zwîvel meiste
sündet, der mac niht mit gote schallen.

Der Stricker hat in einem seiner Beispiele (*Ein künic het zwei rîche*) eine Beschreibung des jüngsten Gerichts, und darin das folgende gewifs nicht aus eigener Erfindung.

Ein vierteil ist verfluochet,
daz ir got niht ruochet:
di hât der tiefel âne strît.
di habent gesündet alle zît
an den vil heiligen geist:
daz hazet got aller meist.
daz vierteil ist drîer slahte.
di einen sint in der ahte
daz si des ungelouben
nieman kunde berouben.
si ahten niht ûf unsern trôst,
der uns alle hât erlôst:

si dûhte gotes sun enwiht.
dâ von hilfet er in niht.
di andern sint zwîfelære.
di dûhte ir schulde sô swære,
daz ir nimmer möhte werden rât.
si wolden umb ir missetât
weder niemans helfe suochen
noch keiner gnâden ruochen.
di dritten di got niht wil,
di heten des glouben ze vil,
si getrûweteu gote ze verre:
daz wirt ir grœster werre.
si jâhen al „wir glouben wol
daz got gnâden ist sô vol,
daz er uns alle wil bewarn:
wir sin behalten swie wir varn.
sît Krist durch unsern willen starp
und uns daz himelrîche erwarp,
wes sule wir danne angest hân?
Krist hât die buoz für uns getân."
di drî sint daz vierteil
daz der tiefel hât ân urteil.

Wolfram faſst aber den Zweifel mehr als ein Schwanken, nicht zwischen Gut und Böse, sondern zwischen *manheit* und *verzagen*, zwischen Vertrauen und mutlosem Zurücktreten. *Gesmæhet unde gezieret*, das heiſst *smæhe* und *zierde* (denn so dienen die Participia Passiva statt der Abstracta) *ist swâ sich parrieret unverzaget mannes muot*, ist da wo die nicht weichende Tapferkeit sich mit der *zageheit*, dem feigen Zurückziehen, *parrieret*, färbt. So sind wir gezwungen *parrieren* zu übersetzen: Wolfram hätte, wenn er nicht der Mode des Sprachmengens allzusehr nachgab, für *parrieren* recht gut *undersnîden* sagen können, *distinguere*. Das altfranzösische *barré*, *barratus*, bunt gemacht, lebt noch in *bariolé*, das ist *bigarré*. In einer Stelle des Titurels werden *jâmer* und *leit* dem *trûren* entgegengesetzt: jene sind unvermeidlich, das *trûren* (er meint das mutlose Verzweifeln) ist Sünde. (Tit. 34, 120. 121)

jâmer und leit sol witze und manheit üeben.
sô werdent, die dâ trûrent,
aller guoten dinge gar die trüeben,
Und siedent in unmuote,
dem zwîfel nâch gesellet.
ze keiner slahte guote
ist ir gemüete selten wol gestellet.
jâmer, leit, wis herzenhafte tragende:
dem hœhsten wol getrûwe,
daz trûren dich in zwîfel iht sî jagende.

Ähnlich führt nach einer Stelle in Laſsbergs Liedersaal (3, S. 30) unmäſsiges Leid zum Zweifel.

ich hân dicke unmæzic leit
umb daz daz mich ze got bereit (?).
swenn ez niht gât nâch mîner gir,
sô wæn ich got sî wider mir.
leit lîp und leben krenket,
mit Jûdas ez versenket
mich, daz ich wirde zwîfelhaft
an der milten gotes kraft.

Wolfram nimmt aber *verzagen* in seiner gewöhnlichen Beziehung, daſs das mutlose Zurücktreten Untreue ist, daſs der Verzagende seinen Freund verläſst. Wenn dies auch noch von dem Verhältniſs des Menschen zu Gott kann gesagt werden, so zeigt doch der Ausdruck in dem zweiten Gliede des Gleichnisses, (V. 10) *der unstæte geselle,* und nachher (2, 17) die Wiederaufnahme desselben, *valsch gesellecllicher muot,* daſs der Dichter schon hier eben so sehr an die Treue gegen Menschen denkt. Des Schwankenden Seele, sagt er, färbt sich *alse agelstern varwe tuot,* wie sich die Farbe der Elster färbt. Dabei muſs jedem Leser des Parzivals einfallen, wie oft der Dichter im Gegensatze zu seinem Helden, dem reinen lichten Parzival, dessen Bruder Feiraſiz, den Sohn der Mohrin, der schwarz war mit weiſsen Flecken, mit der Elsterfarbe verglichen hat, auch schon im ersten Buche 57, 27 da er geboren wird. Ich glaube mit Sicherheit annehmen zu dürfen daſs diese Vergleichung, welche der Dichter in Beziehung auf den Zweifel nicht wiederholt, ihm die erste Veranlassung zu dem Gleichnisse gegeben hat.

Aber auch nur eine äufserliche Veranlassung: denn mit dem Zweifel hat Feirefiz nichts gemein, der, ursprünglich ein Heide, sich um der schönen Repense-de-joye willen gern taufen läfst. Der Schwankende aber kann derweile noch froh sein, *der mac dennoch wesen geil: wand an im sint beidiu teil, des himels und der helle,* denn ihm stehen noch beide zu erlangen bevor, Himmel und Hölle. Hingegen der untreue Gesell ist schwarz, *und wirt och nâch der vinster var,* und bekommt auch dort die der Finsternifs gleiche Farbe als Teufel. *Sô habt sich,* dagegen hält sich, *an die blanken,* an die weifse Farbe (*varwe* ist aus Z. 10 hinzu zu denken), *der mit stæten gedanken.*

Ich habe schon bemerkt dafs dieses Gleichnifs sich eben so sehr auf die Treue gegen Gott als auf die Treue gegen Menschen beziehen mufs. Jene Beziehung, welche der Verfasser des Titurels allein aufgefafst hat, dürfen wir uns ja nicht entgehn lassen: denn in diesem Sinne hat Wolfram selbst einen Theil des Gleichnisses wiederholt, im dritten Buche (119), wo die Mutter den Knaben Parzival lehrt was Gott sei. „Er ist noch heller als der Tag," sagt sie ihm: „ihn must du in Noth anflehen, er hilft. Der Teufel aber ist schwarz und untreu:

von dem kêr dîne gedanke;
und och von zwîvels wanke."

So wird hier das dritte Glied ohne Bild angeknüpft: im folgenden bleibt es ganz weg,

sîn muoter underschiet im gar
daz vinster unt daz licht gevar;

wie auch im Eingange der Dichter nicht wieder auf den Zweifel zurückkommt. Parzivals Zweifel aber, sein Verzweifeln an Gottes Hilfe, ist nach Wolframs Ansicht, die er nicht aus dem französischen Original scheint entlehnt zu haben, eben der Wendepunkt seiner ganzen Fabel, wie ihn der Dichter auch selbst deutlich anzeigt. Denn jene Belehrung der Mutter ist durch Parzivals kindische Frage eingeleitet (119, 17) *ôwê muoter, waz ist got?* und am Ende des sechsten Buches, wo er Gott den Krieg ankündigt und seinem Hasse Trotz bietet, fängt die Rede wieder mit den verzweifelnden Worten an (332, 1) *wê waz ist got?* Der Gedanke dafs auch dem Wankenden und Verzweifelnden der Himmel noch nicht verschlossen sei, scheint den Dichter lebhaft bewegt zu haben: in einer Stelle des neunten Buchs äufsert er

sich auf eine Art welche noch über die Milde hinausgeht, mit der er anderswo (Wilh. 307, 14. 29) die Verdammung der Heiden leugnet. Zu dem Edelstein, sagt er, aus dem der Graal besteht, sind die Engel auf die Erde gesandt, welche bei dem Kriege zwischen Lucifer und der Trinität auf keiner von beiden Seiten standen: ich weifs nicht ob Gott ihnen vergab oder sie ferner verlor (*was daz sîn reht, er nam se wider*), aber der Stein ist immer heilig, und wer zum Graal kommen soll dem sendet Gott einen Engel (471, 15). Im sechzehnten Buche (798) nimmt er dies zwar zurück, und erklärt die vertriebenen Engel für ewig verloren; aber gewifs nur weil ihm ein geistlicher Freund seine Ansicht als Irrlehre getadelt hatte: hier im Eingange herscht noch die milde Betrachtung des Zweifels, und im folgenden wird daher, wie gesagt, nur vor der Untreue gewarnt.

Den Übergang zur weiteren Ausführung macht der Satz (Z. 15), dies fliegende Gleichnifs sei für unerfahrene zu schnell, so dafs sie es nicht ausdenken können: es fahre vor ihnen dahin wie ein wankender Hase. Der Dichter wird weniger meinen (obgleich es im Titurel 50. 59 so genommen wird), das Gleichnifs sei schwer zu fassen, als vielmehr, der leichtfertige lasse die darin liegende Lehre sich entwischen. Darauf führt der Gegensatz im folgenden, ein weiser Mann wisse was *disiu mære* lehren (2, 5). Den Ausdruck *disiu mære* übersetzt Bodmer dort unrichtig „diese Geschichte", wie freilich auch schon im Titurel (Vorr. 60) steht *disiu âventiur*: es würde dann eher der Singularis stehen, und das *vliegende bîspel* hier mufs dasselbe bezeichnen: dies aber hat Bodmer richtig für Gleichnifs genommen, weil der ganze Parzival unmöglich ein *bîspel* genannt werden kann, obgleich *bîspel* oder *spel* allerdings eine poetische Gattung schon im zwölften Jahrhundert ist, von der freilich unsere litterarischen Bücher nichts melden. Der *wanc* des Hasen ist sprichwörtlich (Renner 12207): aber das Epitheton des Hasen *schellic* weifs ich nicht genau zu erklären. Es findet sich eben so in einem Liede, MS. 2, 94[b], *Schellic hase in walde und ûf gevilde wart nie gar sô wilde,* und in Rudolfs Bibel und Chronik, 146[a], *vliehende als ein schellic rêch.* Sebastian Frank (Sprichwörter 1541, Bl. 28[rw.]) hat das Sprichwort *Ein schellig rofs sol man nit jagen sonder auff fahen* so gestellt, dafs er *schellig* in der zu seiner Zeit gewöhnlichen Bedeutung, zornig, mufs genommen haben. Hingegen im Titurel (Vorr. 50. 59) wird unser *schellec* durch

erschellet umschrieben: und in der Wiener Meerfahrt (8, 31 = Kolocz. Codex S. 62),

> *si trunken vaste ze pflege*
> *den starken wîn über maht.*
> *dô kom iz über die mitter naht.*
> *dô wurden sie durchschellec*
> *und sô gar gesellec,*
> *von des wînes süezikeit*
> *wurden si sô gar gemeit* u.s.w.,

mufs *durchschellec* wohl gänzlich *erschellet* heifsen. Aber die *durchschelligen* Trinker sind die vom Wein durch und durch getroffenen und zerschellten: denn in diesem Sinne wird (Freidank 7, 1) ein Topf *erschellet*, ist (Alexander 1447) das Haupt von Schlägen *verschellet*, wird ein Damm *geschalt* den das Wasser sprengt (*der den Rîn und den Roten vierzehen naht verswalte und den tam dervon schalte,* Wolfr. Wilh. 404, 24): so verspricht Klinsors Kunst Eschenbachs Sinne zu *erschellen* (MS. 2, 9[a]), ganz dem *durchschellec* gleich: so wird ein Helm *geschalt* (Roland 3116 *then helm her ime scalte*), ein Heer (Alexander 1458) und ein Feind (Tristan 7017) *erschellet*: so im Lanzelet 3343 *daz ez allez éin man solte sîn, der in den tagen allen drîn sô manegen het erschellet.* So liefse sich wohl ein *schelliger* Hase denken, ein von Angst zerschellter, und *ein ergarner has* bei Ottokar von Horneck 291[b] wird ja wohl ein ergorener abgeängstigter sein. Doch aber möchte man auch gern bei dem *erschellen* an den Schall denken, und würklich bedeutet es mit einem Schalle treffen; wie es in Wolframs Wilhelm 276, 18 heifst „Sie spielten so lange mit Rennewarts schwerer Stange, *unz si se nider valten und den palas erschalten*", wie im Wigalois 104 *daz riefe ich gerner in den walt: dâ fünde ich doch die tagalt, daz mir mîn óre wurde erschalt.* Allein man kommt wohl bei unserem *schellec,* ob es von Angst zerschellt oder aufgejagt bedeute, eben so schwer zu einer Entscheidung als bei dem *erschellen* im Alexander 2190 *wande eines hundis bellen mag vil scâfe irschellen* — also durch sein Bellen aufregen? — *ob si rechtis huoteris niht ne haben, er tuot in michelen schaden* — also er zerschellt, zersprengt sei? und eben so zweideutig ist das einzige alte Beispiel das Herr Graff als Erklärung zum Prudentius gefunden hat, *attoniti* (nämlich *cerebri*) *irscaltes.*

Nun folgt (Z. 20) ein neues Gleichnifs, das der *tumbe* merken soll, damit er den unsichern Halt der Untreue vermeide, der Spiegel und des Blinden Traum. *Zin anderhalp ame glase,* Zinn und Quecksilber auf der Rückseite des Glases, im Titurel *ein glas mit zine vergozzen* — der Titurel fährt fort *und troum des blinden triegent,* wonach ich hier gesetzt habe *geleichet.* Von diesem nur im Hochdeutschen seltenen Worte, *geleichen, inludere,* weist Grimm (Gramm. 1, 934) das Präteritum *geliech* nach: schwache Formen hat Schmeller im Baier. Wörterb. 2, 420. Die Lesart der Handschriften ist zwar nicht ohne Sinn, der Spiegel und des Blinden Traum *gelichet* oder *gelichent,* sind sich gleich: denn *gelichen* wird zuweilen intransitiv gebraucht (*des menschen und des vihes sin mit namen gelichent under in,* Rudolfs Bibel 12[c]): aber dies, dafs die beiden Bilder einander gleich sind, als den Hauptpunkt des Gedankens hinzustellen, wäre zwecklos und matt. Freilich aber hat der Dichter neben den Spiegel absichtlich nicht des Armen Traum gestellt, sondern den Blinden dem mit Träumen wohl ist (Renner 7900), weil er den falschen Schein des Gesichts im Spiegel und im Traum des Blinden zusammenfassen wollte, *die gebent antlützes roum. Roum* scheint im Titurel (51) durch *kranken schîn* ausgedrückt zu werden: es mufs ungefähr das triegerische Bild oder den Wahn bedeuten. Wieder im Parzival 337, 12 *sît gap froun Herzeloyden troum siufzebæren herzeroum.* In einem Gedicht in den altdeutschen Wäldern 2, 138 reimt auf *in einem tram,* d. i. *in mînem troum, sunder wân* — ohne Zweifel *sunder roum.* Auch in Rudolfs Bibel hat die Königsberger Handschrift 237[b] *troume,* wo *roume* zu lesen ist: ich bedaure dafs ich die Worte selbst nicht anführen kann. Bestand, sagt der Dichter, kann dieser trübe leichte Schein nicht haben. So der tugendhafte Schreiber, MS. 2, 102[b], *waz frumt lihter schîn den blinden? waz touc tôren golt ze vinden?* Die nächste Zeile, *er machet kurze fröude alwâr,* lehrt uns der Dichter des Titurels, indem er im Gegensatze (55) sagt *diu fröude lanc bewæret,* so verstehen, Er macht nur kurze wahre Freude; wo denn das zweite Adjectivum, wie gewöhnlich, unflectiert nachgesetzt worden ist. *Alwâr* als Adverbium zu nehmen, für wahrlich, erlaubt meines Wissens der Sprachgebrauch nicht.

Wie aber sollen wir den nun folgenden Spruch (Z. 26 ff.) fassen? denn auf den ersten Blick läfst sich ihm nichts Bestimmtes abgewinnen. Die Form der Rede darf uns nicht teuschen: es ist besonders bei Wolfram ge-

wöhnliche Weise (selbst hier im Eingange noch einmahl, 3, 8), den relativen Vordersatz in einen Fragesatz aufzulösen. Also, Wer mich rauft wo mir nie ein Haar wuchs, inwendig in meiner Hand, der versteht oder erfährt (beides kann *hât erkant* heifsen) gar nahe Griffe. Das Raufen an der haarlosen innern Seite der Hand, welches auch sonst zur Bezeichnung verwegener und unmöglicher Unternehmungen dient, ist gewifs jeder zuerst geneigt mit dem vorhergehenden leichten teuschenden Schein und mit dem folgenden *wil ich triwe vinden aldâ si kan verswinden?* zusammenzubringen: wer rauft wo kein Haar ist, wer die Treue da sucht wo sie nicht zu finden ist, der versteht sich auf allzu nahe Griffe, der hat die Kunst des Suchens schlecht gelernt. So hat es der Verfasser des Titurels genommen, obgleich er die *nâhen griffe* in der Umschreibung ausläfst.

er ist an prîse erværet,
swer mich in mîner hant enmitten roufet,
sît daz er niendert hâr dar inne vindet.

Seine geistliche Auslegung ist dem Sinne des Dichters fremd,

der stæte fröude suochet
in dirre welt, ich wæn si sam verswindet.

Woran man wohl auch denken könnte, dafs *nâhe griffe erkennen* bedeutete Von dem Gerauften gefafst und gestraft werden, das wird man doch lieber aufgeben, weil *nâher grif* für das Festhalten der Finger des Raufenden ein wenig bestimmter Ausdruck sein würde. Nun aber ist es doch höchst sonderbar, dafs Wolfram sich hier der ersten Person bedient, also sich selbst als den bezeichnet der ohne Verlafs sei, bei dem man vergebens die Treue suche. Und doch sagt er nachher nicht nur *wil i c h triwe vinden aldâ si kan verswinden?* sondern auch gleich nach unseren Versen, I c h bin verständig wenn ich gegen das was ich zu fürchten habe aufschreie. Dazu kommt dafs *zu nahen greifen* wenigstens im späteren Sprachgebrauch bedeutet Einem zu nahe treten, indem man zu weit um sich greift. So wird man denn wohl wahrscheinlicher finden dafs *die nâhen griffe* die des Angreifenden sind, eben die nachfolgenden *vorhte,* Gefahren. Dann aber verändert sich der Gedanke durchaus. Der greift mir allzu nah, der geht mir stark auf den Leib, der mich innerhalb der Hand, wo ich kein Haar habe, rauft. Der ungetreue Freund, der so wenig Beständigkeit hat als ein Spiegelbild oder des Blinden Traum, der sich aber in mein Vertrauen einschleicht und

mir schaden kann wo ein offenbarer Feind nichts Angreifbares findet, er der mich selbst in der haarlosen Hölung der Hand rauft, geht mir zu nah. Wenn ich vor solcher Gefahr aufschreie, das ist doch gewifs meinem Verstande gemäfs. So müssen wir nun gleich die zwei folgenden Verse,

sprich ich gein den vorhten och,
daz glîchet mîner witze doch,

zu dem vorhergehenden ziehen. *Och* ist hier die Interjection, *wê unt och* im h. Georg 1078. *Er nesprach nie och noch wê,* steht in der Kaiserchronik Bl. 29[c], und der Marner sagt, MS. 2, 176[a],

swer wilden mardr in schôzen zamt
und leit dem lewen ein joch,
ob im sîn hant dâ niht erlamt,
sô mag er doch wol sprechen och.

Der Dichter des Titurels erklärt

sprich ich gein disen vorhten och,
als den daz fiwer brennet.

Nun haben wir erst recht den Dichter in seiner Weise. Wie er es liebt, zwei Gedanken sich durchschlingen zu lassen und abwechselnd von einem zu dem andern zurückzukehren, so verbindet er hier durchaus die Schilderung der Untreue mit der Warnung sich von ihr nicht teuschen zu lassen. Diese Verbindung fanden wir schon oben V. 15 dadurch angezeigt, dafs das fliegende Beispiel unerfahrenen Leuten leicht entwische. Dann folgten die neuen Gleichnisse von Spiegel und Traum; darauf die Gefahr des Raufens und dabei das angstvolle Aufschreien. Nun (2, 1) wieder Bilder: Wie werd ich Treue finden wo sie zu vergehen pflegt, wie Feuer im Brunnen und der Thau von der Sonne? Dann (2, 5) wieder angeknüpft an das Weherufen in der Gefahr, Hab ich doch nie einen noch so weisen Mann gekannt, der nicht gern erfahren hätte wie gute Lehre diese Betrachtungen geben und *welher stiure si gernt.* Dies ist im Titurel, wo überhaupt der Gedanke dieses Satzes durchaus verändert worden ist, so umschrieben als ob es hiefse *welher stiure disiu mære wernt* oder *waltent*: es steht aber *gernt,* welcher Leitung sie begehren, also, wie sie begehren dafs man sich steuern, sich führen solle. Im Welschen Gast 10, 6

swer ist od wirt tugenthaft,
dem gib ich ze vriuntschaft

mîn buoch, daz er dâ mite
stiure sîne schœne site.

Dar an (2, 9), in der Kenntnifs dieser Sätze lassen die Weisen nie ab sowohl zu fliehen als zu jagen, zu entweichen und umzukehren, zu tadeln und zu loben. Wer mit diesen *schanzen*, mit diesen Gegensätzen, die auf Gewinn und Verlust stehen, wohl Bescheid weifs, dem hat der Verstand (er wird personificiert gedacht, *vrou Witze*) sich günstig gezeigt; ein solcher Weiser, der sich nicht *versitzet*, nicht durch zu langes Stillsitzen fehlt, noch sich vergeht, und auch übrigens verständig ist, oder, wie Wolfram, nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch seiner Zeit, mit vollständigerem Wortspiel sagen konnte, *sich wol verstêt.* Statt *sich versitzet* hätte er auch *sich verliget* setzen können: aber Haug von Trimberg sagt auch von den tugendhaften Leuten, und zwar ohne Wortspiel, *si gênt stênt und sitzent eben* (Renner 7056). Endlich folgt (2, 17) wieder noch einmahl die andere Seite des Gedankens, als das worauf sich die Klugheit des Weisen bezieht, ein neues Gleichnifs von der Untreue. *Valsch geselleclîcher muot,* die Gesinnung des treulosen Freundes, *ist zem hellefiure guot,* hilft ihm in das Feuer der Hölle, *und ist hôher werdekeit ein hagel,* und zerstört wie ein Hagelschlag seine hohe Geburt und Ehre. Das Gleichnifs selbst aber weifs ich nicht zu erklären, obgleich die Worte deutlich sind: die Präterita deuten auf ein bekanntes Beispiel, eine Art von Fabel, [1] „des Unstäten Treue hat so kurzen Schwanz, dafs sie noch nicht den dritten Bifs vergalt, wenn sie mit Bremsen in den Wald fuhr." Benecke hat hier an das Bild eines Rindes oder Pferdes gedacht, das im Walde sich mit zu kurzem Schwanze die Bremen nicht abwehren kann. Aber beifsen die Bremen? und was heifst das, „ein Rind fährt mit Bremen in den Wald"? — denn aus dem *bi bremen* der sangallischen Handschrift wüste ich gar nichts zu machen. Wie kann der Zagel als der treue Gesell des Thieres betrachtet werden? Ein Freund weist mir eine Stelle in Fischarts Gargantua, Cap. 19, S. 283 (1590), wo allerdings von einem Beistand die Rede ist welchen die frommen Bremen thun. *Bifs sie uber Orleans kamen. Allda was ein weiter breiter Wald, in die Läng auff*

---

(1) Wie man z. B. sagt *der gewâgte, der genas, die wîl er unverzaget was* (Liedersaal 2, 701), und wie eine Fabel vom Teufel, der von Jagdhunden verfolgt ward, bezeichnet ist in demselben Gedichte S. 702 *nu genas der tiufel doch vor den vorloufen noch.*

treifsig fünff Meilen und inn der breite sibenzehen, drunder und drüber ungeferlich. Derselbige war grausam fruchtbar unnd voll von Brämen oder Kühfliegen, also dafs es für die arme Thier, Esel unnd Pferd, die da durchzogen, eine rechte Rauberei unnd Mörderei war: Sollen, wie Tillet schreibt, von den Völckern Rhyzophagen oder Wurtzelfressern dahin gebant und verflucht sein worden, als sie gar aufs der art der andern frommen Brämen schlugen, und nicht mehr wie vor inen einen beistand thun wolten, und die Löwen tapffer anpfetzen, wann sie im Wurtzel delben inen hinderlich sein wolten. Bei Rabelais steht nichts davon: aber unser Freund, der Fischarts verborgensten Quellen nachzuspüren weifs, wird uns wohl bald auch dies Gleichnifs erklären können, das leicht noch im sechzehnten Jahrhundert manchem nicht so schwierig und wunderlich vorgekommen ist als uns.

Wenn nun dies Gleichnifs wieder die Treulosigkeit beschreibt, so kehrt der nächste Satz (2,23) abermahls zu der mancherlei Lehre zurück die sich der Weise daraus nimmt, wie es vorher hiefs. Was dort *schanze* genannt wurden, das Fliehen und Jagen, das Entweichen und Wiederkehren, das Tadeln und Loben, das sind hier *underbint*, das heifst Unterschiede. Das Wort ist, wie auch sonst, hier Neutrum, obgleich keine Handschrift *disiu* giebt. Einige haben *dise manige slahte*: dann wäre *underbint* Genitivus Singularis im Femininum, wie das Wort allerdings auch gebraucht wird. Diese mancherlei Unterschiede sind nicht ganz *von mannen*, wie die meisten Handschriften haben, oder *von manne* nach den beiden besten, wie es vorher hiefs (Z. 5) *sô wîsen man.* Für die Weiber, das heifst auch für sie, stecke ich diese Ziele. Die meinem Rathe folgt, die wird wissen wohin sie ihr Lob und ihre Ehre wenden und welchem Manne sie ihre Liebe und Würdigkeit bieten soll, so dafs Keuschheit und Treue sie nicht in Leid bringt. (3, 3 ff.) Um die rechte *mâze*, das Abwägen und genaue Schätzen (hier zunächst der Männer) damit sie jedes Zuviel und Zuwenig meiden, darum bitte ich vor Gott für gute Weiber. Dazu führt sie die Schamhaftigkeit: denn *scham ist ein slôz ob allen siten,* die Schamhaftigkeit hat alle Handlungen des guten Weibes unter dem Schlosse. Um mehr Glück, aufser dieser Tugend, darf ich Gott nicht für sie bitten.

Aber nun (3, 7 ff.) wird auch auf die Weiber das Hauptthema angewandt. Auch die Weiber müssen treu und beständig sein: dies ist ihr Ruhm, nicht die äufsere Schönheit. Die Falsche, sagt der Dichter, erwirbt nur

falsches unechtes Lob: es vergeht wie dünnes Eis das Augusthitze trifft. Und dann folgen Gleichnisse über die Schönheit und den inneren Werth der Frauen. Manches Weibes Schönheit wird weit umher gelobt: ist bei der das Herz *conterfeit, übele getân,* nicht wohl gemacht (denn dieses im deutschen nicht seltene Wort hat ganz seine französische Bedeutung), so lob ich sie wie ich das in Gold gefafste *safer* loben würde. Das *safer,* welches im folgenden dem Rubin entgegengesetzt wird, ist Saffern Zaffern oder Saflor, ein aus Kobaltkalk gewonnenes Glas. Man findet es eben so in dem Gedichte Heinrichs von dem Türlin, *der âventiure krône,* sprichwörtlich und gleichnifsweise erwähnt.

wan hœret daz ofte sagen,
daz etswenne gevalle
ein swachiu kristalle
nâhen zeinem smâreise.
ouch enpfâhet niht der weise
gar des rîches krône:
daz ist wâr, im ligent schône
ander sîn ungenôz bî.
beidiu kupfer unde blî
wirt mit silber versmit.
ouch wont dem rôten golde mit
ofte bleicher messinc.
disiu mislîchiu dinc
behabent ofte gesellesehaft
dâ in gebristet werder kraft.
als muoz man mir entlîben
daz ich schül belîben,
dâ man lieht stein gesetzet hât,
doch an des schaffers stat:
so erliuhtet mich ein rubîn,
der sîner tugent liehten schîn
an mîn tunkel wendet
und mir ein lieht sendet.

An einer andern Stelle desselben Gedichtes steht unrichtig *saphîr,* welches auch hier die Mehrzahl der Handschriften hat.

niht vol er (Key) *die rede liez*
unz in die rede lâzen hiez
künc Artûs und stöut in.
er sprach „vür golt verworfen zin,
saphîr vür den rubîn!

Zweites Gleichnifs. Auch halt ich es nicht für *lihtiu* oder *ringiu dinc,* für etwas leichtes, wenn man in den schlechten Messing den edeln Rubin verarbeitet, den Rubin und all seine *âventiure,* alles was einem zugekommen ist, all sein Vermögen und Glück: denn *dem glîche ich rehten wîbes muot,* für des Mannes ganzen Reichthum halte ich die rechte weibliche Gesinnung des Weibes. Die ihrer Weiblichkeit, *ir wîpheit,* ihrem *wîbes namen,* recht thut, bei der werd ich die *varwe,* das äufsere Aussehen, nicht prüfen, noch das sichtbare Dach ihres Herzens. Ist sie innerhalb der Brust wohl behütet, so ist da draufsen ihr werthes Lob ohne Scharte, *unverschertet.*

So hat der Dichter, von der Hauptwendung seiner Fabel ausgehend, sein Lob der Treue durchgeführt. Zuerst ward die Treue gegen Gott und Menschen der Untreue und dem Zweifel entgegengesetzt, dann gewarnt vor dem Vertrauen zu den Unstäten. Auch die Weiber sollten ihre Gunst nur den Treuen zuwenden, aber die Weiber selbst nur durch ihre Treue, nicht durch äufsere Schönheit, des Lobes der Männer theilhaftig werden. So bricht er seine Betrachtungen ab (3,25), verspricht seinen Zuhörern dann ein mannigfaltiges Gedicht von grofsem Umfang, und geht nach dem Lobe seines noch ungebornen Helden zu der Geschichte seines Vaters über.

Beilagen.

I.

Da für die Erklärung des Einganges zum Parzival die Vorrede zum Titurel wichtig ist, scheint es mir am zweckmäfsigsten, da man sie doch nirgend in einer erträglichen Gestalt gedruckt lesen kann, sie hier ganz beizufü-

gen, in einem Texte der wenigstens besser ist als ihn der Druck von 1477 oder irgend eine einzelne Handschrift giebt: nachdem das Verhältnifs der Handschriften gegen einander wird genauer erforscht sein, kann es sich freilich ereignen dafs der Herausgeber oft ganze Zeilen anders liefert als ich jetzo.

1. *An angenge und ân letze*
bistu, got, êwic lebende.
dîn kraft ân undersetze
himel und erde helt enbor ûf swebende.
dîn ie, dîn immer, ist gar ungephahtet:
sam wirt dîn hœhe breite
lenge tiefe nimmer mêr betrahtet;

2. *Swie doch gedanke gâhent*
snel vor allen dingen,
die nimmer dar genâhent
dâ si dînen gwalt mügen erswingen,
noch dîn hêrschaft alsô übergrôze.
keiser aller künege
bistu, got herre, und niemen dîn genôze.

3. *Ze prîsen und ze rüemen*
ist immer dîn getihte,
sît du reine blüemen
himel und erde kundest gar von nihte,
den himel mit der engelschar gehêret,
die erden mit gezierde
dâ von dîn lop in himel wirt gemêret.

4. *Der berge tal und steine*
holz wazr und al ertrîche
zermüele und machte kleine,
dem daz in der sunnen vert gelîche,
swer daz alz ze reht erzelen künde,
noch manger tûsent mîle
ist von der gotes hœh an sîn abgründe.

5. *Wâ möht sîn kraft geherret*
halt iendert gwalts erwinden?

sîn gwalt an breit sich verret,
ie lengr ie wîtr, alumbe ân endes vinden.
als er ie ân angenge was got lebende,
er ist und rîchset immer
hie und dort êwege fröude uns immer gebende.

6. *Volkomen ist ebentrehtec*
sîn hêrschaft, diu niht slîfet.
mit sîner maht almehtec
er himel und erde und wâc al umbegrîfet.
daz ist in sîner hant ein kleine balle,
und sînen klâren ougen
durchsihtic lûter baz dan kein cristalle.

7. *Daz darftu, menschen künne,*
doch haben niht für wunder.
baz dann durch glas vil dünne
siht er durch aller menschen herze besunder.
sît alliu dinc von sîner kraft geschehende
sint mit geschefte ûz nihte,
noch sanfter ist er elliu dinc durchsehende.

8. *Diu mangen tûsent mîle*
sint niht umb sust benennet:
noch manger jâr mit wîle
der mensche lebt in êweger fröud erkennet,
oder in nœten êwiclich zer helle.
die wîl der mensche ist lebende,
got gît im wal ze nemen swelhz er welle.

9. *Undr allen crêatiuren*
die got schaffen ruochte,
die reinn und die gehiuren,
dâ bî was einiu gar diu ûz ersuochte:
swie hôch got mensch und engel hât geedelet,
noch edeler ist diu tugende,
der edel ob aller edel hôhe wedelet.

10. *Wie bin ich des nu mugende?*
wâ kan ich daz bewæren?

got selbe ist alliu tugende:
durch daz sô mac mich niemen des erværen.
got der geschuof durch tugent mensch und engel;
des Lucifer verstôzen
wart, dô er het an tugende mengel.

11. *Der muoz in abgründe*
lîden marter quêle.
die aber tugende künde
heten, den ist wol bî Michahêle,
der bî got mit tugende was gesigende:
ze heile manger sêle
ist er noch tugende für untugende wigende.

12. *Die engel wâren alle*
frî, willkür unbeschermet,
ê daz untugende galle
mit ter hôchfart undr in wart getermet.
die got sach tugent für untugent kiesen,
die firmet er mit tugende,
daz si niemêr ir tugent möhten fliesen.

13. *Ir tugende sigenünfte*
wart in hie von ze miete,
êweger fröuden künfte,
daz in untugent die nimmer mêr verschriete.
nâch tôde der mensche ouch alsô wirt gefirmet,
daz wir vor alln untugenden
sîn immer mêr gevestet und beschirmet.

14. *Wer wil nu mit der tugende*
untugende widerstrîten
inz alter von der jugende,
daz wir nâch tôd vor allen hellegîten
êweger nôt belîben sunder kriege?
sô firmet iuch mit tugenden,
daz iuch unedel untugent iht betriege.

15. *Ob nu der mensche vellet,*
der tugende sich besundert

und sich Lucifêr gesellet,
der kumt wol wider. wer ist der den des wundert?
den kan ich diser frâge wol gestillen.
der mensche wart verrâten:
dô viel der engel selb mit argem willen.

16. *Sus viel er von gedanken,*
der werke sunder rüere.
der mensch in sünden wanken
ist wort gedank und werke nu volfüere,
und mac sich dannoch engelschar gefriunden.
des hab wir got ze lobenne:
wan engel valsch sint gar die ungeniunden.

17. *Ob menschen sünden riuwe*
ist an dem herzen klebende
ze reht mit ganzer triuwe,
unz an die wîl daz er ist fride gebende
got und der sêl nâch tôd vor allen sünden,
durch keiner sünden schulde
darf in genôz der helle niemen künden.

18. *Wirt iemen sünde ûf ladende,*
der sol den zwîvel hazzen.
vor allen dingen schadende
ist der zwîvel al den toufes nazzen.
den zwîvel hân ich vor ein teil enbœret:
wie er nâch helle verwet,
an Parcivâl man daz von êrste hœret.

19. *Die trægen dâ man merket*
und der witz die tunkel sehende
mich zîhnt, ich hab verterket
ein phat vil wît, daz lige der diet unspehende,
dar zuo hab ich in schef und bruck enphüeret,
strâz und phat alsô verirt,
immer al ir verte ungerüeret.

20. *Hie wil ich niht mêr sûmen*
der selben sache künde,

gar al die strâze rûmen.
ir irreganc der wær mir lîhte sünde.
ich wil die krümb an allen orten slihten;
wan sümelîche jehende
sint, ich künn es selbe niht verrihten.

21. *Wie Parzifâls an hebenne*
sî, des habt hie merke,
mit tugende-lêre gebenne.
dar zuo geb uns der hœhst mit sîner sterke
daz wir gevolgen aller guoten lêre,
daz wir gebenedîet
mit gote haben zeswenhalp die kêre.

22. *Ist zwîvel nâchgebûre*
dem herzen iht die lenge,
daz muoz der sêl vil sûre
werden êwiclîch in jâmers strenge.
herze, hab die stæte an dem gedingen,
wâr minne, rehten glouben:
sô mac der sêle an sælekeit gelingen.

23. *Gesmæhet und gezieret*
ist übel bî der güete.
ob sich alsus parrieret
ein lîp mit sünden, klein odr überflüete,
und got dar umb in vorhten doch erkennet,
in hofe sînr erbermde
sô wirt diu smæh mit zierde gar zertrennet.

24. *Unverzagt an muote*
sol manlîch herze werben.
durch übel sol daz guote
manlîch herze niemmer lân verderben,
daz sîn agelstervarwe sich vereine
und werd übr al der blanken:
und ob diu blenk sich aber danne entreine,

25. *Dannoch sî der geile,*
vor allem zwîvel sunder,

swie er ûf beider teile
stê, des himels und der hell hin under.
unstæter muot dem tiuvel wirt gesellet:
die selben sint geverwet
vinstervar und êweclich gehellet.

26. *Sô habent sich an die blanken*
varwe nâch der sunnen
die stæten mit gedanken.
die varwe gît ein ursprinc aller brunnen,
der menschlich künne alsus clârifizieret,
daz er von trüeber aschen
der engelschar gelich sus kundewieret.

27. *Ein brunn der sô die lenge*
gewalteclîchen springet,
mit stæt ân anegenge
des fluz mit wîsheit voller sælden klinget:
der süezen miltekeit gar überflüetet
stêt wît ein sê geflozzen,
des güet gar alle güet hât übergüetet.

28. *Der brunn der flüzz gesêwet*
der magenkraft sich phlihtet,
ân angenge immer gêwet.
got vater, dîn gewalt mach uns verrihtet
der wîsheit sô daz wir dich sun erkennen:
heilger geist, dîn güete
müez uns bewarn vor bœser geiste brennen.

29. *Ein sê, ein fluz, ein brunne,*
der stêt alsus gedrîet:
swer wîsheit merken kunne,
der merk wies alle drî doch sint gefrîet
aller elementen, wan des einen.
vater, sun, heiliger geist,
ein got, du maht noch grœzer kraft erscheinen.

30. *Ein brunne hôch der lebende*
ist der den ich dâ meine:

mit wazzer ist er gebende
dise clârheit edel und alsô reine,
daz engelschar ein irdisch lîp genôzet,
wirt gotes nam gedrîet
ze reht genant, sô mann inz wazzer stôzet.

31. *Der touf die sêle erblenket*
hôh über snêwes varwe:
wirt minnen viur gevenket
dar inn mit rehtem glouben al begarwe,
dar zuo gedinge sunder zwîvels wanken,
hie mit sich dann luzernet
diu sêle hôch übr al der sunnen vanken.

32. *Ein got, dîn nam gedrîet,*
und doch ein got al eine,
dîn touf tuot sus gefrîet
den menschen gar vor allen sünden reine;
durch daz diu schrift uns lêret nu mit flîze,
daz wir gar ungemeilet
behalten wol die selben wât sô wîze.

33. *Diu diet diu niht geloubet*
die kraft des hêren toufes,
wie sich diu sælden roubet
an hôhen fröuden iemer werndes koufes!
sît er mit sîner worte kraft hiez werden
himel stern loub unde gras
vische vogel würme tier und erden,

34. *Noch alsô krefterîche*
sint sîniu wort gesterket,
daz er gewalteclîche
den touf mit sînen worten sus beserket:
ob ein mensch het al der werlte sünde,
lûter sam diu sunne
wirt ez ir aller in des toufes ünde.

35. *Got mangiu wunder spæhe*
mit wazzer dicke erzeiget:

swer im niht krefte jæhe
ob aller kraft, der wær von im geveiget.
er rêrt ez ûz den lüften grôz und kleine,
vil sanft in wazzers wîse,
und vallet under wîlen sam die steine:

36. *Etwenne in sölher wîze,*
der clârheit wol gerîchet,
sô daz gein sînem glîze
nie niht ûf erden wart daz im gelîchet:
etwenn sô riselt erz in süezem touwe.
danne et wazr al eine,
ez wær ûf erde niht in lebender schouwe.

37. *Got machet brucke herte*
ûz wazzer dem vil weichen,
und strâz der wagenverte.
sîn kraft diu kan für alle krefte reichen.
er macht ouch ûz dem wazzer lieht cristallen,
dar inne ein viur sich funket,
und muoz durch ander tugende wol gevallen.

38. *Wie wazzer sich cristallet!*
daz tuot got sölher wîse.
vil tiefe sich vervallet
in hôher velse klamme last von îse,
hitze winde wazzers gar vereinet,
und lît aldâ die lenge:
sus wirt ez lieht cristalle klâr gesteinet.

39. *Der nam Krist sældenrîche*
mir sæleclîch gevallet.
ir kristen al gelîche,
schaffet daz ir iuch zuo Krist kristallet,
daz iuch kein hitze wint noch wazzers ünde
von Kriste niht vertrîbe:
sô hât iur kristen Krist in sælden künde.

40. *Hôhvart gelîch dem winde*
von Krist vil mangen trîbet:

der hitz gelîch ich vinde
unkiusch, diu niht bî Kriste übr ein belîbet:
des wazzers gîtekeit diu kan sô wüeten,
mit güzzen vil der kristen
kan si von Kriste zuo der helle flüeten.

41. *Enidorjum* (1) *diezen*
siht man ze allen stunden,
und wazzer dar ûz fliezen,
und wirt an sîner grœz niht minner funden.
der stein hât sölhe kraft von gote besunder.
von wann daz wazzer fliuzet
in den stein! daz ist von got ein wunder.

42. *Und doch ein wunder kleine,*
der ez ze rehte merket;
sît got daz wazzer eine
für ander elementen hât gesterket.
daz wazzer fiur gewalteclîchen swendet,
den luft ez dürkel houwet,
die erden an ir kraft ez dicke phendet.

43. *Der sacrament daz merre teil*
mit wazzer wirt geblüemet,
dâ mit aller kristen heil
wirt êweclîch von engelschar gerüemet.
doch hât daz wazzer heilekeit niht mêre
dann ander elementen,
swie im die heiden geben gotlîch êre.

44. *Durch daz sî niemen jehende*
dem wazzer heilekeite,
ê daz si im geschehende
von priester sî, daz er si dar bereite
mit worten diu dar zuo von reht gehœrent.
von worten sacramentâ
gewinnent kraft, diu uns ze got enbœrent.

---

(1) Enhydros Plin. 37, 11, 73. Isidor. orig. 16, 13, 9. Parzival 791, 18.

45. *Fiur und wazzer beide*
in einem vazze kleine
got hât ân underscheide.
ich mein, des winters zît, in einem steine,
dar ûz das wazzer in der stuben switzet.
nu slach dar in mit îser:
an dem frost daz fiwer dar ûz glitzet.

46. *Mit wazzer wirt beclâret*
der mensch noch ander wise.
swie vil er hab gevâret
sünden meiles, in daz paradîse
daz wazzer in dar zuo den werden bringet.
ich mein daz ûz den ougen
mit der wâren riwe von herzen dringet.

47. *Der wazzer in die lüfte*
widerberges kêret
und ez mit kalter tüfte
ûf erde nider in blanker varwe rêret,
der müez uns widerberges wazzer ziehen
von herzen ûz den ougen,
dâ mit wir aller vinsternüss enpfliehen,

48. *Und uns an die blanken*
mit stætekeit wol halden,
mit werken, mit gedanken,
alsô daz wir der wîzen wæte walden,
âne meil, als uns der touf erglenzet,
und ander sacramentâ:
diu machent uns vil sæleclich bekrenzet.

49. *Ich sol wider anz mære*
des anevanges grifen.
an witzen wirdebære
ist er wol, swer im niht lât entslifen.
vor agelastervarwe iuch under machet,
habet iuch gein der blanken:
diu swarz an werdekeit ie was verswachet.

50. *Diu flüge dirre spelle*
fuor den tumben liuten
für ôren gar ze snelle:
durch daz muoz ich hie worticlîch bediuten.
ez lât sich sanfter danne hasen vâhen
(ich mein die sint erschellet):
ân suochbracken mac man ez ergâhen.

51. *Ein glas mit zin vergozzen*
und troum des blinden triegent.
hât iemen des erdrozzen,
sô wundert mich niht ob die gein mir kriegent.
spiegelsehen und blinden-troum antlütze
gebent in krankem schîne
und sint an aller stætekeit unnütze.

52. *Und ist der blinde iht sehende*
in troume, daz verswindet:
swenn er erwacht und spehende
ist daz er sîn niender teil enfindet,
sô wirt sîn fröuden wân in leit verwandelt.
swer in den spiegl ist sehende,
dem wirt sîn antlütze misschandelt.

53. *Vil krump wirt im daz slehte,*
daz lieht vil dicke vinster:
sîn ouge daz gerehte
wirt im offenlîche gar daz winster.
noch triugt der welte süeze michel mêre:
ir wünneberndiu fröude
gît anders niht wan siuftebære sêre.

54. *Ouch mac gesîn niht stæte*
der welte licht wirt trüebe.
angel, dar zuo græte,
wahsent in ir honec mit scharpher schüebe,
in ir zuckersüeze ein distel dornec.
nâch minneclîchem trûte
gît si dicke vînt unmâzen zornec.

55. *Diu fröude lanc bewæret*
uns allen ist verkoufet.
er ist an prîse erværet,
swer mich in mîner hant enmitten roufet,
sît daz er niendert hâr dar inne vindet.
der stæte fröude suochet
in dirre welt, ich wæn si sam verswindet.

56. *Sprich ich gein disen vorhten Och,*
als den daz fiwer brennet,
daz glîchet mînen witzen doch
und allen den (1) *der ez als ich erkennet.*
swer vorhte gein der welte unstæte minnet
mêr dann fiures brennen,
des witze ob aller wîsheit stêt besinnet.

57. *Und wil ich triuwe vinden*
in hovesache untriuwen,
und mich aldar gesinden,
daz muoz iedoch ze leste mich geriuwen.
swer üppekeit der welt mit triuwen minnet
sunder wider kêren,
für wâr der ganzen wîsheit im zerrinnet,

58. *Sam tou in heizer sunnen*
vert ûz der gesihte,
und fiur in einem brunnen.
den beiden lît ze flüste gar diu phlihte:
noch michels mêr der welte minner fliesent,
die âne vorht si minnent
und für die blanken varwe swarz erkiesent.

59. *Ob sinnerîcher stiure*
disiu mær iht walten,
diu tuont sich niemen tiure:
si nement nu die jungen mit den alten,
und mugent ouch den tumben niht entwîchen

---

(1) *und al dem?*

alsam ein hase erschellet:
si mugents nu mit merke baz erslîchen.
60. *Und hân doch niht erkennet*
man sô rehte wîsen,
wirt im ze künde genennet
disiu âventiur, ez muoz in prîsen
an witze kraft, ez sî vil oder kleine.
des bin ich ungerüemet:
wan ez hœrt an die âventiur gemeine.
61. *Diu hât den sprunc sô wîten*
genomen und ir gesinde,
daz sich ein michel strîten
noch hebt vil liht ê daz ich underwinde
mich der rede sô gar ein übermâze.
mit bet wil ichz versuochen,
daz man mich sölher arebeit erlâze,
62. *Niht wan durch flust des lebennes:*
daz ist ouch hort der hœste.
wer phliget sölhes gebennes,
daz er mich lîbes flüste wider trœste?
dar umb sô müest ich guoter bürgen walten:
der mir die niht ensetzet,
sô wil ich lîp und leben sus behalten.
63. *Wan inner kraft des herzen,*
dar an daz leben hanget,
wirt geruort in smerzen,
dar inn ez wirt verklammet und vertwanget:
occiput und sinciput ersuochet
wirt aldurch die zirken,
unz daz ich bin an witzen unberuochet.
64. *Diu bete mich vervâhet*
gein fürsten drin ze nihte.
sô bin ich der dâ gâhet
an ir gebot vil gar in stæter phlihte.
durch si den lîp muost ich ze velde wâgen

in stürmen und in strîten.
wer si sîn, des darf mich niemen frâgen.
65. *Dirr âventiure kêre*
sî krümbe oder slihte,
sist niht wan tugentlêre:
dar umb sol ich si wîsen ûf die rihte.
hie vor ist si mit tugenden anegevenget:
ir houpt, ir brust, ir siten,
ir füez, die sint mit tugenden gar gemenget.
66. *Nu wünschet, reine frouwen,*
(ich mein die tugent hebende
mit triuwen unverhouwen)
daz mir Altissimus die sælde gebende
sî daz ich die âventiur geleite
alsô daz edel tugende
dâ von die virre wahs und ouch die breite.
67. *Genendekeit mich fliuhet*
an dirre tât begünste.
wan ez die lenge ziuhet,
sô bedarf ich werder helfe günste.
als Dâvid was an Goliam gesigende,
diu selbe hant sô rîche
sî mir an disen nœten helfe wigende.
68. *Almehtic got der krefte*
diu nie wart übersterket,
kunstlôs an meisterschefte
bin ich der schrift, iedoch mîn sin wol merket
dîn kraft für alle krefte wunder zeichet,
diu nie wart überhœhet
noch mit tiefe niemen underreichet.
69. *Dîn breit und ouch dîn lenge*
stênt iemmer ungemezzen,
du ie ân anegenge
bist gewesen noch niemmer wirt vergezzen
dîner götlich êwekeit ân ende.

des lâ mich, herre, geniezen,
daz ich gestê zuo dîner zeswen hende.

70. *Gewalt und kraft die grôzen*
mac niemen gote volprîsen,
mit zal, mit pfaht, mit lôzen:
iedoch sol mans ze reht ein teil bewîsen,
bescheidenlîch durch wirde gote jehende,
der disiu âventiure
vil tuot bekant, geschehen und geschehende.

71. *Hie vor in mangen jâren*
ist lützel iemen erstorben
ê si betaget wâren
niunhundert jâr. sus het mit in geworben
der elliu dinc wol mac und kan volenden.
er tuot und sol noch werben:
swaz er wil, des mag in niemen wenden.

72. *Sîn wille genâden rîche*
an uns erfüllet werde.
wir sprechen tegelîche
„got herre vater in himel und in erde",
aldâ wir dich ze vater unser nennen:
almehtic aller sterke,
sô maht du wol ze kinden uns erkennen.

73. *Swaz dînen kinden wirret,*
daz maht du wol erwenden.
ob uns niht anders irret,
sô kan uns niemen dîner helf gephenden,
dann ob wir dich mit brœdekeit vertrîben.
dîn helf diu helferîche
lâz uns bî veterlîcher suon belîben.

74. *Du hâst durch menschen künne*
wunder vil erzeiget,
ze fröuden und ze wünne
die sich ze kinden heten dir geneiget.
die hâst du veterlîche hôh gesetzet:

und die dich vater smâhten,
die sint von dir gesmæhet und geletzet.

75. *Swer nu an dir bekennet,*
got vater, disiu wunder
diu hie werdent benennet,
und tuot sich doch ze kinde von dir sunder,
sô daz er dich mit argen sünden smæhet,
ez wirt an im gerochen,
ob er sich mit der suon gein dir niht næhet.

76. *Du hâst den elementen*
gebrochen ir natûre,
ze sældenrîch presenten
den guoten, anderthalp ze grôzem sûre
den argen, als du tæt dem künc Pharône,
den du inz mer versanctest
und dîniu kint dar über fuortest schône.

77. *Dîn kraft dem wazzer werte*
al sîn natiurlich linden:
gelîch dem steine herte
wart ez ze rîchen sælden dînen kinden.
wer ist dich veterlîche des nu lobende
von allen sînen kreften?
der witz diu meiste menge ist leider tobende.

78. *Driu kint in starkem fiure*
mit hôher kraft du nertest:
und den hie ûz untiure
wart daz fiur. ze râche du behertest
ir dâ vil die ûzerhalben wâren.
swie gar durchsehende glüete
der oven, iedoch diu kint dar inne genâren,

79. *Ananîe und Azarîe,*
Misahêl der dritte.
got herre, ob ich niht sîe
dîn kint, sô tuo du herr des ich dich bitte:
hilf mir daz ich die sünde alsô gefliehe,

mit riuwe bîhte buoze,
daz ich mich wol erbes underziehe,
80. *Und daz mich gar vermîden*
müeze fiur daz grôze,
daz êweclich kan snîden
Luciferen und sîn hûsgenôze
und all die veterlîchez erbe fliesent
und die varwe der sunnen
werfent hin und vinsternüsse kiesent.
81. *Diu erd ist ouch entrennet*
an ir natûre funden.
dâ si vil ganz erkennet
was, dâ hât si starke man verslunden,
als si Dathan und Abirôn verslinden
ze râch dir, herre, kunde.
sus kan dîn kraft wol stricken und enbinden.
82. *Ouch was dir wider gebende*
diu erde gar den tôten,
gesunt und schône lebende,
Lazarum. dîn kraft ist unverschrôten
ie gewert. des was ouch Jônas jehende,
und manic tûsent ander,
an den dîn kraft was und ist hiut geschehende.
83. *Sît gotes kraft besunder*
ist ie gewesen stæte,
dâ bî sô merk ich wunder,
ez wær ouch daz sîn wille und sîn geræte,
daz Enoch und Elyas der wîse
vor aller diet durch wunder
lîphaft behalten sint in paradîse.
84. *Alsölher wunder sterke*
hât sîn gotheit êre.
dâ bî ich daz wol merke,
daz sîn gewalt wol tûsentvaltic mêre
der welte sunder sterben hete behalten:

wan ez stêt in sîner hende
leben und tôt: des lâzen wir in walten.
85. *Swie wir hie nu sterben,*
doch leben wir dort iemmer
dar nâch und wir hie werben.
disiu mær künd ich volenden niemmer.
ein ander werc hân ich hie under handen:
ob ich selb vierde wære,
ich fürht ez würde uns allen sêr enblanden.
86. *Der ûz Provenzâle,*
und Flegetânîs parliure,
heidensch von dem grâle
und franzoys tuont uns kunt vil âventiure:
daz wil ich tiuschen, gan mirs got, nu künden.
swaz Parzifâl dâ birget,
daz wirt ze liehte brâht ân vackelzünden.

II.

Über die Quellen und Bearbeitungen der Sagen vom Graal, von Parzival und von Tristan, sind wir bis jetzt, wenn wir die Wahrheit sagen wollen, noch völlig im Dunkeln. Die Behandlung dieser Sagen bei den neuesten französischen Forschern kommt ihren vortrefflichen Untersuchungen über die kärlingische Fabel bei weitem nicht gleich: und doch sind sie, an sich und der ausgezeichneten deutschen Gedichte wegen, einer näheren Betrachtung so sehr würdig. Ich gebe hier nur einen kleinen litterarischen Beitrag.

In meiner Vorrede zu Wolfram von Eschenbach S. XXII f. habe ich eine Darstellung der Sage von Parzival und dem Graal nachgewiesen, die der Fabel Christians von Troyes näher gestanden habe als der von Wolfram gebrauchten, ohne doch mit Christians Gedichte ganz überein zu stimmen. Dies ergab sich aus den Anspielungen in der Krone Heinrichs vom Türlein, der zwar Wolframs Parzival nicht nur kannte, sondern ihn auch geradezu anführt, doch aber daneben jene Anspielungen hat, natürlich aus seiner französischen Quelle. Ich hatte damahls Türleins Gedicht nur in einer Ab-

schrift der unvollständigen Wiener Handschrift gelesen: jetzt kann ich aus der heidelbergischen, N.374, noch einiges nicht unwichtige hinzufügen.

Das Merkwürdigste ist nun dafs Heinrich vom Türlein in seiner Krone (denn so nennt er es, nicht der Abenteure Krone) den Christian von Troyes selbst als den Verfasser des vor ihm liegenden französischen Werkes angiebt. Herr Gervinus sagt zwar in seiner Geschichte der deutschen Dichtung II, S.61, Christian werde als Quelle „ohne Zweifel mit Unrecht" angeführt: aber ich weifs nicht worauf dieses Urtheil beruht. Vielmehr, da ich hier dieselbe Abenteuerhetze finde, welche die Franzosen seinem Perceval mit Recht vorwerfen, glaube ich gewifs dafs bei näherem Nachsuchen auch dieses Werk Christians von Troyes noch wird gefunden werden. Dann aber hätte dieser Dichter, ehe er selbst an den Perceval gieng, über dem er starb, auf Percevals Sage als bekannt hingedeutet, und zwar in einer Gestalt die von Guiots Darstellung bedeutend abwich. Ob Guiots oder Christians Perceval älter war, läfst sich aus Wolframs Worten nicht erkennen: das aber lernen wir aus der Krone, die Hauptpunkte der Sage hat Christian nicht aus eigener Erfindung in so stark abweichender Gestalt gedichtet, sondern er fand sie so überliefert.

Einige der von mir angeführten Verse erhalten durch die Heidelberger Handschrift entweder Verbesserungen oder doch Varianten. S.XXII *ir veter* (*ir bîten*) *het si wol gewant.* Unten mufs es von Blancheflour heifsen

ouch was diu vrowe von Gâl,
als ichz vernomen hân, geborn.

S.XXIII werden die Vorschläge *halsslac* und *umb einen* bestätigt, auch *â lît merveillôs.* Andre Lesarten sind *den er im mit nîde* (*mit dem schafte*) *sluoc* und *daz sper und daz* (*der*) *riche grâl.* Noch sind S.XXII unten, nach dem Verse *des nahtes an dem bette,* die Worte ausgelassen, „und erwähnt ihrer Belagerung,

daz iuch her Percefâl ervaht."

Wichtiger ist aber dafs noch einige Anspielungen hinzukommen, deren Vergleichung mit der *histoire de Perceval le Gallois* nicht uninteressant ist. Kaii sagt von Parzifal

daz er von sîner muoter fuor
als ein tôre, und in der fuor
nâch ritterschaft ze hove kam,

dâ er ein vingerlîn nam
einer frouwen und si kuste
alsô dicke in geluste,
swie si dar umbe weinet:
wan si was vereinet
an dem bette in dem paulolîn:
des muost diu rede alsô sîn
als ez wart an ir schîn.

Dies stimmt ganz überein mit der *histoire* Bl. 5[rw.] Ferner Kaii zu Parzifal

ob halt dann bî iu wære
Góorz von Goromant,
iu müese werden bekant
wie ez stüende umb den grâl,
swie er iu frâge alle mâl
verbüte durch werde zuht,
dô er sô riche male (rîchgemâle?) fruht
von ritterschaft an iuch leit.

Im Roman Bl. 10[rw.] sagt Gornemant de Gohor *De rechief vous prie que ne soiez langart, ne trop parlant, ou rapporteur de chauldes nouvelles. car nul ne peult estre remply de grant langaige, qui souvent chose ne die qui luy retourne à villennie. Les aucteurs dient aussy que grandes parolles ou trop grant plait le vice et le peché atraict. pour ce, beau filz, chastiés vous de trop parler, si de tel vice estes tempté.* Die Verse und Reime in diesen Worten sind wohl entlehnt: ob aus Christian selbst, kann ich nicht sagen. Von Parcifals erstem Aufenthalt beim Graal, und der Vorgeschichte, die bei Wolfram gänzlich fehlt.

si heten alle guoten trôst
und geding ze Parcifâl,
daz er solte von dem grâl
ervarn die heimlichen sage:
dô schiet er dannen als ein zage,
daz er sîn niht enfrâget,
und sich sider niht enwâget,
dô er dar an missefuor
daz er sîn dâ niht erfuor,

daz erz sider het ervarn.
sô het er manic muoter barn
dâ mit erlóst von grôzer nôt,
die beide lebent und ouch sint tôt.
wan disiu jâmers nôt geschach
von sînem vetern. den erstach
sîn bruoder durch sîn eigen lant.
durch dise untriwe het gewant
got sînen herten zorn,
daz ez mit alle was verlorn,
über in und daz künne al.
daz was ein jæmerlîcher val.
swaz sîn lebt, daz wart vertriben:
die aber tôt beliben,
die fuoren doch in lebens schîn:
daz muos ir aller wîze sîn,
und liten grôze nôt dâ mite.
doch heten si trôst unde bite
von gote und gnâden sô vil,
daz si funden kumbers zil,
als ich dir nu sagen wil.
Ob des geslehtes ieman wære,
der in dise swære
dâ mit enden wolte,
daz er ervaren solte
dise grôze âventiure,
daz wære liebes stiure
diu si leides ergetzet,
und würden gesetzet
in gewone freude wider
beide die tôt ligent nider
und ouch die die noch lebent.

In der *histoire,* Bl. 182[vw.], erzählt der *roy peschor* dem Perceval *Dedens le chasteau de Quinqueran estoit le roy Gondesert mon frere, qui moult fust de grande renommée, par son sçavoir, par sa hardiesse et prouesse, et par*

ses belles vertus. lequel fust en ce chasteau assiegé par ung Espinegres nommé (f. 183r. *roy Pinegres,* der Sohn der *royne Brangemore de Cornuaille*), *qui amena avec lui grande puissance tant de chevalliers que le souldoiers pietons. mon frere contre luy en bataille sortit, et si bien se maintint que toute sa gent desconfist. et par ainsy furent ceulx de dehors vaincus. et cil qui depuis maincts jours a vescu, ung moult hardi nepveu avoit;* (1) *lequel luy fist veu et promesse que le mien frere occiroit ce jour, comme il a faict. c'est chose seure par bien grande maladventure. car quant la desconfiture veist, et que les siens avoient tourné le doz, le sien nepveu se desarma, et puis après les gens de mon frere dedens le chasteau entra, parce qu'il estoit incogneu, et cuiderent qu'il fust des leurs. puis au chasteau ung mort trouva; lequel si tost eust desarmé, et de ses armes s'en arma, et se remist droict à la voye, tenant l'espée dont vous avez les pieces joinctes. et quant il fust en la bataille, devers mon frere se tira, tenant l'espée en sa main nue. mais mon frere de lui ne se gardoit, parce que pour certain cuda qu'il fust des siens, et avoit son heaulme osté, pensant la noise estre apaisée et se repairer aveeques sa mesgniée qui moult bien faict avoit ce jour. et cil qui ne pense que affaire sa voulenté, de l'espée qu'il avoit traicte sur le chief de mon frere, l'en ferist qu'i le pourfendist jusques à l'arçon de la celle. et de ce coup que je vous dys brisa la bonne espée en deux. et cil qui la croisée tint s'en retourna hastivement, si en jecta sus la moitié, et s'en vint à ses gens qui moult grande joye en demenerent. et ceulx du chasteau ont le roy Gondesert emporté tout mors dedens le sien escu, et quant et quant emporterent l'espée qui par mi brisa, dont les pieces à terre recueillirent. Et quant le corps eurent au chasteau emporté, au mieulx qu'ils peulrent l'abillerent, et après qu'il fust bien lavé et embasmé, dedens une biere le meirent, et puis ce faict me l'envoierent, et l'espée rompue pareillement, de laquelle il avoit esté occis. puis me dist une de mes niepces, qui fort prudente estoit et saige, que son pere que tant aymoye en avoit mort receue. la quelle j'ay tousjours gardée jusques à ce qu'ung chevallier vint qui entre ses mains les pieces print pour les resjoindre. et me feist pour certain entendre que par celluy mon frere vengé seroit qui les pieces resoulderoit. Et moy qui de dueil fus navré, les pieces prins que je*

---

(1) Er heifst Bl. 182rw. *Pertinans, seigneur de la rouge tour et de la terre à l'environ;* Bl. 216 *Pertinel,* wo ihn Perceval bei dem Schlofs *à la rouge tour* erlegt.

vous dys; desquelles par my les cuisses me feris, si que tous les nerfz me detrenchay et decouppay, tellement que depuis ne m'en peux ayder, et jamais ne m'en aideray que premier vengé je ne soye de cil qui faulcement et en trahison occist le meilleur chevallier du monde et le plus preulx. Dem Gawein begegnet die Jungfrau welche bei Wolfram Sigune heifst.

sô lange reit er ûf der spor,
unz im ein magt engegen reit,
diu weinte sêre unde kleit,
ûf einem hôhen kastelân;
daz was wîz als ein swan;
und het an sich geleint
einen ritter, den si beweint,
in aller sîner sarwât,
die von rehte ein ritter hât.
nu was der selbe ritter tôt.
ir gruoz si Gâwein weinde bôt,
und daz si jæmerlichen sprach
Wan het ich diz ungemach
für dich an mînem lîbe!
ez geschach nie weltwîbe
leider denn mir ist geschehen.
süezer got, lâz mich sehen
einen lieben tac an Parcifâl.
dô er daz sper und den grâl
ersach zuo G o r n o m a n t,
daz er mîn leit niht enwant,
und maneger frouwen swære!
do der arme vischære
ez in bî der naht sehen liez,
daz er in ungefrâget liez!

Der Name *Gornomant* gehört nicht hieher und mufs dem deutschen Dichter aus Versehen entwischt sein. Den eschenbachischen *Gramoflanz* nennt er *Gyremelanz.* In der *histoire* heifst er *Siromelans:* seine Stadt (*roche Sabins* bei Wolfram) wird Bl. 44$^{vw.}$ *Georquans* genannt.

Althochdeutsche, dem Anfange des 11ten Jahrhunderts angehörige, Übersetzung und Erläuterung der aristotelischen Abhandlungen: ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΙ und ΠΕΡΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ.

Mitgetheilt von

Hrn. GRAFF.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 19. November 1835 und 10. November 1836.]

Das althochdeutsche Sprachdenkmal, das ich hier mittheile, befindet sich in cod. 818 der Stiftsbibliothek zu St. Gallen (*κατηγορίαι* S. 1-140. *περὶ ἑρμηνείας* S. 141-244.) (1) und nimmt nicht nur, theils als älteste und so früher Zeit angehörige, deutsche (verständige und treffende) Übersetzung und Erklärung einer aristotelischen Schrift, theils als Maafsstab für den damaligen Standpunkt der Gelehrsamkeit, sondern auch als ein reicher Schatz für alt-

(1) Eine zweite Abschrift der Übersetzung und Erklärung der Kategorieen ist in cod. 825 der Stiftsbibl. zu St. Gallen enthalten, doch nur bis zu der Stelle: quare omni quidem susceptibili non est necessarium alterum inesse (im 4ten Buche, nach der Baseler Ausgabe des Boethius vom Jahr 1546). Von den unbedeutenden Varianten dieser Handschrift gebe der Anfang derselben eine Probe.

Aequivoca dicuntur quorum nomen solum commune est. Tìe sínt kenámmen. déro námo échert keméine. únde gelih íst. *Ratio vero substantiae diversa. secundum nomen.* Únde áber úngelih zala íst. uuáz sìe sîn. demo námen uólgèndo án démo sìe genámmen sínt. Uberstépfist tû den námen. sò mág sîn gelih ratio. iro substantiae. *Ut animal homo. et quod pingitur.* Hoc est. Ut aequivoci sunt. homo verus. et homo pictus. In latina lingua. sínt genámmen. homo animal. i. ter lébendo ménnisko. et quod pingitur. i. sîn gelihnisse. *Ratio vero substantiae diversa secundum nomen.*

Mán ságet áber úngelicho uuáz sìe sîn. demo namen uolgendo. dér sìe genámmen máchôt. *Si enim quis assignet. quod est utrumque eorum. propriam rationem assignabit utrisque.* Ságet ìoman. dáz ìo uuéderez íst. ter gibít (sic) ìo uuédermo súnderiga zála.

Hoc modo. Homo animal. est substantia sensibilis.

Tér lébendo homo íst éin sínnig tíng. Qui pingitur. imago insensibilis est. et inanis. Tér gemâleto. íst éin sínnelòs pílde. únde libelos.

deutsche Wortkunde (¹), Formlehre und Syntax das Interesse der Wissenschaft in hohem Grade in Anspruch. Der Verfasser dieser Schrift ist derselbe Notker (Labeo, gestorben zu St. Gallen 1022), der die Psalmen übersetzt hat (abgedruckt in Schilters Thesaurus) und von welchem auch die in St. Gallen handschriftlich aufbewahrten Übersetzungen des Boethius de consolatione philosophiae und der 2 ersten Bücher des Martianus Capella: de nuptiis mercurii et philologiae, deren Herausgabe ich mir für eine andere Zeit vorbehalte, gearbeitet sind. (²)

Bei den die Übersetzung begleitenden Erläuterungen hat Notker zwar den Commentar des Boethius vor Augen gehabt (³), wie bei der Erklärung der Psalmen die Auslegungen Augustins, aber dennoch ist, wie die Vergleichung beider Commentare deutlich zeigt, Notkers Erklärung als eine selbstständige Arbeit anzusehen.

Da die lateinische Übersetzung, nach welcher die deutsche angefertigt ist, von des Boethius Übersetzung des Aristoteles sowohl in der Wahl als in der Stellung der Wörter, oft abweicht, so habe ich sie mit abdrucken lassen (in Cursivschrift und ganz, wie auch das in den Erklärungen vorkommende Latein, nach der Schreibweise des Codex; nur ę habe ich durch ae wiedergegeben).

(¹) Als Beispiel sowohl von der Gefügigkeit unsrer Sprache als auch von des Übersetzers Handhabung derselben hebe ich hier die Verdeutschung einiger philosophischen und mathematischen Kunstausdrücke heraus: *definitio,* bechenneda, notmez, *differentia,* skidunga, *situs,* gelegeni, *habitus,* anahabid, haba, *affectus,* anagehefteda, *dispositio,* beskerida, *liberum arbitrium,* selbwaltigi, *casus,* geskiht (in der Deklination: wehsal), *alteratio,* anderlichi, *motus,* waga, wehsal, *secundum locum mutatio,* furderruccheda, statewehsal, *causa,* machunga, *relatio,* gegensiht, *universale,* allelih, gemeinlih, *singulare,* einluzlih, sundrig, *individuum,* unspaltig, *contrarium,* widerwartig, *oppositum,* widarchetig, gagenstalt, *determinatum,* gewissot, *reciprocative,* after umbegange, *affirmatio,* festenunga, *negatio,* lougen, *qualitas,* wiolichi, *substantia,* wist, *accidens,* mitewist, *genus,* daz kemeina, *species,* daz sunderiga, *tempus et locus,* zit unde stat, *aequale,* ebinmichel, gemaze, *inaequale,* unebinmichil, ungemaze, *simile,* gelih, *dissimile,* ungelih, *discretum,* underskeiden, *continuum,* ze samine habig, *par et impar,* gerad unde ungerad, *punctum,* stupf, *linea,* reiz, zila, riga, strih, durhgang, *superficies,* obeslihti, uzenahtigi, *corpus,* hevi, *circulus,* ring, *triangulum,* triscoziz, *quadrangulum,* vierscoziz.

(²) Nach einer in einem Briefe des Notker Labeo enthaltenen Notiz. Die verschiedenen Ausdrücke und Formen, in denen die genannten Werke von einander abweichen, können zum Theil von Mitarbeitern, oder auch von den Abschreibern herrühren.

(³) Dies ergiebt sich aus den Bemerkungen: „taz ist lang ze sagenne, chit boetius" „aber boetius saget iz fure in in secunda editione" und ähnlichen.

Die Bemerkungen für den Vortrag, wie: „hic suspende vocem" „hic depone" „hic suspende vocem, quia pendet sensus" „hic remissior vox, quia interposita ratio est", so wie einzelne eingeschobene Glossen, habe ich durch kleinere Schrift bezeichnet. Die Abkürzungen der lateinischen Wörter habe ich aufgelöst, die Absätze und Überschriften aber, so wie die alterthümliche Interpunktion, beibehalten. Die am Rande stehenden Zahlen bezeichnen die Seiten des Codex.

Die Hand, und mit ihr die Accentuation, wechselt im Codex. — Bisweilen fehlt ein Satz des lateinischen Textes und die deutsche Übersetzung steht allein. Bisweilen folgt auf den lateinischen Text keine deutsche Übersetzung, sondern nur Erläuterung.

Κατηγορίαι.

Quid sint aequivoca.

Aequivoca dicuntur. quorum nomen solum commune est. Tîe sínt kenámmen. déro námo échert keméine. únde gelîh ist. *Ratio vero substantiae diversa secundum nomen.* Únde áber úngelîh zála íst. uuaz siu sîn. démo námen uólgendo an démo sie genámmen sínt. Úberstépfist tû den námen. sô mág sîn gelîh ratio. íro substantiae. *Ut animal homo. et quod pingitur.* Hoc est. Ut aequivoci sunt. homo verus. et homo pictus. In latina lingua. sínt kenámmen. homo animal. i. ter lébendo ménnisco. et quod pingitur i. sîn gelîhnisse. *Ratio vero substantiae diversa secundum nomen.*

Mán ságet áber úngelîcho uuáz sie sîn. demo námen uólgendo. dér sie genámmen máchôt. *Si enim quis assignet. quod est utrumque eorum. propriam rationem assignabit utrisque.* Ságet îoman. dáz îo uuederiz íst. tér gibet îo uuedermo súnderiga zála.

Hoc modo. Homo animal. est substantia sensibilis.

Ter lébendo homo. íst éin sínnig tíng. Qui pingitur. imago insensibilis est. et inanis. Ter gemâleto. íst éin sínnelôs pílde. únde lîbelôs.

Sic in evangelio sunt aequivoci uterque iohannes. | sed diversam suae sub- 2
stantiae rationem habent secundum nomen. Iohannes únde áber iohannes sínt kenámmin. i. hábint kelîchen námin. únde áber úngelicha. únde úngemeina diffinitionem. Diffinitio ist. tíu dir ságet. uuáz sie sîn. Eadem est et

ratio substantiae. in hunc modum. Alter est iohannes babtista. filius zachariae. et alter est iohannes evangelista filius zebedei. Quod si dixeris. habent et communem diffinitionem. quia uterque iohannes est animal rationale mortale. Vel substantia animata sensibilis. non est haec diffinitio iohannis. sed hominis vel animalis. et hoc nomen homo. aut animal. non facit eos aequivocos sed univocos.

Uuíle dû ín gében gelîcha diffinitionem. dáz ne máht tû nîeht ketûon uólgendo démo námen iohannes. tér sie genámmen máchôt. Síe mág man bêde héizin homo únde animal. únde dánnân hábint sie geméina diffinitionem. sîe ne sínt áber dánnân nîeht aequivoci. sed univoci. táz chît sîe ne sínt tánnân kelîhnamîg. súnder éinnamîg. únde geméinnamig. Mít témo uuéhsele dero diffinitionis. uuérdint ûzer aequivocis univoca. De quibus mox subditur.

3 Quid sint univoca.

Univoca vero dicuntur. quorum et nomen commune est et secundum nomen eadem substantiae ratio. Tíu héizint áber éinnamig. únde geméinnamig. téro námo geméine íst. unde nâh témo námin. gelîh zála íst uuáz siu sîn. i. tíu álso sínt. sô man siu héizit. *Ut animal homo. atque animal bos.* Hoc est ut univoca sunt homo et bos. *Communi enim nomine utrique* i. homo et bos *animalia nuncupantur. et est eadem ratio substantiae.* Quae est illa ratio? utrumque esse animal. sicut et nuncupantur. Síe héizint keméinlicho animalia. únde sámo geméine zála ist. táz sie dáz sîn. subaudis. táz sie héizint. *Si quis assignet rationem utriusque quid utrique sint. assignabit eandem rationem.* Úbe îoman zála gíbit pédero. uuáz îouuederiz sî. tér gíbit íro gelîcha zála. Uuáz íst tíu zála? quo sint animalia. Ér chídit. táz sie sîn animalia. álsô sie héizent. Homo únde bos héizent animalia. únde sínt animalia. Uuáz íst áber sélbiz animal? Substantia animata sensibilis. Táz íst óuh homo. dáz íst óuh bos. Ál dáz animal íst. táz sínt

4 sîniu species. homo | et bos. Uuíle dû chéden animal homo et animal bos. hábint úngelîcha diffinitionem in hunc modum. Homo est animal rationale. bos est animal irrationale. tíu diffinitio ne íst animalis nîeht. táz íro geméine námo íst. únde íro geméine genus íst. sî íst sélbero specierum hominis et bovis.

Mít témo uuéhsele uuérdent ûzer univocis aequivoca.

Item quid inter sit.

In propriis uuérdint aequivoca. uuîlon úngeuuando. i. fortuitu et casu. ut duo aiaces. duo alexandri. duo pirri. uuîlon uóne gelúbedo i. placito. propter cognationem. ut duo marii pater et filius. vel propter similitudinem ut homo pictus et verus. Tíu múgin sîn bêdiu propria ióh apellativa. Hic homo verus et hic homo pictus sínt propria. Homo verus et homo pictus specialiter et communiter sint appellativa. Tóh aristotelis châde uóne aequivocis quorum nomen commune est. síu sínt tóh tíechor propria dánne appellativa et communia. Áber univoca uuérdint îo in appellativis. Uuîlôn natura ut homo homini univocus est bestia bestiae. Uuîlôn gente vel patria ut grecus greco. roma|nus romano. Uuîlon pro- 5 fessione. ut χρ̃ianus χρ̃iano. laicus laico. clericus clerico. Uuîlon dignitate. ut rex regi. consul consuli. Uuîlon fortuna. ut servus servo. ingenuus ingenuo. Álso mánigiu appellativa uuésin múgin. sámo mánigiu univoca múgin uuésin. Sô íst îo díngelih témo univocum. sáment témo iz hábit. éinen námin geméinen únde éina distinctionem geméina. Únde âber démo aequivocum. témo iz hábit gelîchen námin únde uóne dîu úngemeinen. uuánda iz éin námo ne íst. nóh éin diffinitio. Dóh aristoteles châde. quoniam nomen commune est quasi de appellativis.

De denominativis.

Denominativa vero dicuntur. quaecunque habent appellationem ab aliquo secundum nomen. solo differente casu. Díu héizint denominativa. tíu nâh ándermo námin genámot sínt. échert keuuéhselotemo ûzlaze. Nomen a nomine derivatum héizet mit réhte denominativum. i. námo uóne námin. *Ut a grammatica grammaticus. A fortitudine fortis.*

Ratio de his tribus. i. quare praemissa sunt.

Fóne dísen drín diffinitionibus íst ze uuízen|ne. dáz decem praedicamenta 6 uóne dîen aristoteles ságen uuíle. gelîchen námin hábint. únde âber úngelicha diffinitionem. Praedicamenta unde genera. héizent siu gelîcho. síu sínt âber éin ánderên úngelih. Pedíu sínt siu aequivoce sô genámot. náls univoce. Tîe sélben námen gébent sie íro speciebus i. sub alternis generibus. mít tîen siu keméina diffinitionem hábint pedíu sínt siu âber dîen univoca náls aequivoca.

Denominativa uuérdent âber. dánne substantia. án síh nímit accidens.

álde éin ándera substantiam. Nímet homo án síh qualitatem. sô íst er qualis. nímit er án síh quantitatem. sô íst er quantus. Légit er án síh indumentum. sô ist er habens. Fóne dîen állên uuírdit er denominatus. unde dîe námin ér dánnân guuínnet. tîe héizent denominativa. Álso iustus fóne iustitia. latus fone latitudine. vestitus fóne veste.

Questio.

Nóh tánne sínt mánignamigiu. i. plurivoca. ut ensis mucro gladius. marcus. tullius cicero. únde míssenamigiu i. diversivoca. ut ignis lapis color. 7 zíu uer|suîgeta er déro? Téro né bedórfta er. ze díseme bûoche.

De sine complexione dictis et cum complexione.

Eorum quae dicuntur. alia quidem dicuntur secundum complexionem. alia vero sine complexione. Téro uuórto díu man sprîchet. téro uuérdint súmelîchiu gespróchen zesámine gelégitiu. súmelîchiu súnderigo. *Et ea quae dicuntur secundum complexionem sunt.* Tíu man sprîchet zesámine gelegitiu. díu sínt sús ketân. *Ut homo currit homo vincit. Ea quae sine complexione sunt.* Tíu man sunderîgo sprîchet. tíu sínt sús ketân. *Ut homo bos currit vincit.* Uuáz tiu sunderigen bezéichenên. dáz uuíle er an dísemo bûoche ságen. Uuáz tíu zesámine gelégetin bezéichenên. dáz ságet er hára nâh in periermeniis.

De universali substantia.

Eorum quae sunt. alia de subiecto quodam dicuntur. in subiecto vero nullo sunt. Súmelichiu dero uuésentôn díngo. uuérdent kespróchen fóne demo únderin. tíu dóh ne sínt án demo únderin. nóh ín demo únderin. *Ut homo de subiecto quidem aliquo homine dicitur. in subiecto vero nullo est.* 8 Álso ménnisko gespró|chen uuírdit fóne demo únderin. ételichemo ménniskin. án démo ér dóh ne íst. Universales substantiae. díe in grammatica sínt appellativae speciei. dîe uuérdint kespróchen fone singularibus substantiis. tîe áber propriae speciei sínt. Uuér uuíssî uuáz homo uuâre. âne uóne cicerone catone varrone. tîe únder démo námen sínt? Fóne dîen uuírdit homo gespróchen.

Áber án ín. ne mág ér sîn. Uuîo mág homo sîn in cicerone? Ér íst sélbêr homo. Fóne díu íst proprium universalis substantiae de subiecto dici. in subiecto nullo esse.

De particulari accidente.

Alia autem in subiecto quidem sunt. de subiecto vero nullo dicuntur. Tára

gágene sínt ánderiu. díu ána álde ín demo únderin sínt. s. uuánda siu accidentia sínt. únde uóne únderorên gespróchen ne sínt. s. uuánda siu sínt sélben diu únderosten. *In subiecto autem esse dico. quod cum in aliquo sit. non sicut quaedam pars. inpossibile est esse sine eo in quo est.* Facilior constructio est. Dico autem esse in subiecto quod in aliquo sit. cum tamen non sit sicut quaedam pars. nec possit esse sine eo in quo est. Íh chído sô uue|sin án demo únderin. táz iz tar ána íst. únde dóh sîn pars ne 9 íst. unde íz îo nîenêr uuesen ne mág. nóh sîn nîeht ne íst. âne daz úndera. *Ut quaedam grammatica in subiecto quidem est in anima. de subiecto vero nullo dicitur.* Álso éines mánnis grammatica íst in sînero sêlo. únde dóh uóne íro gespróchin ne uuírdit. Sláh ten ást ába demo bóume. des pars er íst. nóh tánne mág er sîn. ním animae aristarchi íro grammaticam. sô ne íst sî nîener. uuánda sî âna sîa uuésen ne mág. Ánderiu mag sîn. tísiu ist zeirgángen. *Et quoddam album in subiecto quidem est in corpore. Omnis enim color in corpore est.* Unde éin uuîz fárauua íst án ételîchemo dínge. sò alle uárauua sínt. Fóne díu íst kelâzen éinluzzên accidentibus. án éinluzzên substantiis uuésen. náls áber dóh fóne dîen gespróchen uuérden.

De universali accidente.

Alia vero et de subiecto dicuntur. et in subiecto sunt. Ánderiu sínt kesprochen fóne demo únderin. s. uuánda siu universalia sínt. unde sínt oúh ána. álde ín demo únderen. s. uuánda sie accidentia sínt. *Ut | scientia in* 10 *subiecto quidem est in anima. de subiecto vero dicitur. ut de grammatica.* Álso scientia in anima íst íro stûole. únde áber gespróchen uuírdit. fóne grammatica. tíu únder íro námen stât. Taz éina subiectum trégit sia. Daz ánder oúget sia. Táz ut scientiam anima trégit ut grammatica scientiam ist proprium universalis accidentis. Uuâr máhti iz sîn âne in substantia? Uuér máhti iz uuízen. âne uóne sînen speciebus. tíu úndertân sínt sînemo námin? álso oúh sélbên dien speciebus áber úndertân sínt íro individua.

De particulari substantia.

Alia vero nec in subiecto sunt. nec de subiecto praedicantur. Áber dára gágene sínt súmelichiu. tíu dir ne sínt án demo únderen. s. uuánda síu sínt substantiae. nóh oúh kespróchen fóne dehéinemo íro únderen. s. uuánda síu particularia sínt. únde sélben diu úndcrôsten sínt. *Ut aliqui* (sic) *homo. vel equus.*

Álso éin mán. álde éin rós. *Nihil horum neque in subiecto est. neque de subiecto dicitur.* i. tero éinluzzôn substantiarum ne íst nehéin lígende án demo únderen. nóh kespróchen fóne demo únderen.

Item de precedentibus IIII.

11 Nû sínt in fîeriv getéilit tíu er | nóh uuíle téilen in zéeniu. Téro uîero sínt zúei (sic) uuíderuuartig. i. universalis substantia. et particulare accidens. únde áber ánderiu zúei. i. universale accidens. et particularis substantia.

Particularia quid commune habeant et non commune.

Simpliciter autem quae sunt individua. et numero singularia. de nullo subiecto dicuntur. Tíu éinluzziu sínt. sô aristarchus íst. unde sîn grammatica. tíu ne uuérdent kespróchen uóne demo únderen. táz íst ín geméine. síu sínt selben díu únderôsten. *In subiecto autem nihil prohibet ea esse.* Íro súmelîh mág áber án demo únderen sîn. náls áber dóh álliu. Târ ána sínt siu geskéiden.

Uuéliu sint táz? Tie einlúzzen substantiae ne múgen iz sîn sô aristarchus íst. íz sínt tiu éinlúzzen accidentia. álso sîn grammatica íst.

Uuélez íst taz úndera. án démo síu sínt? Táz sínt tie substantiae. Tíu éinlúzzen accidentia. lígent an dîen unde in dîen éinluzzên substantiis. Accidens ne mág in accidente nîeht lígen. íz líget îo in substantia. Ideo sequi-12 tur. *Quaedam enim grammatica.* s. ut aristar|chi. *est in subiecto.* i. in anima eius. Hábet oúh universale accidens. sô scientia íst. under íro particularia accidentia sô grammatica íst. unde rhetorica. án dîen ne líget sî nîeht. sî uuírdet áber geméinlicho gespróchen uóne ín.

Quod superiora tribuant nomen suum inferioribus.

Quando alterum de altero praedicatur. ut de subiecto quaecunque de eo quod praedicatur dicuntur. omnia etiam de subiecto dicuntur. Sô daz éina gespróchen uuírdet fóne demo ánderen. álso îo daz óbera tûot fóne sînemo únderen. so uuáz tánne fóne demo óberen gespróchen uuírdet. táz uuírdet sâr gespróchen fóne demo únderen. *Ut homo.* s. daz óbera *praedicatur de quodam homine.* i. aristarcho. demo únderen. Fóne demo óberin i. *de homine* uuírdet kespróchen *animal. Ergo et de quodam homine animal praedicatur.* Sâr fóne demo únderen i. aristarcho. uuírdet oúh animal gespróchen. *Quidam enim homo. et homo est et animal.* Aristarchus íst péidiu homo íoh animal. Sô gíbet îo daz óbera sînen námen demo únderen. fone démo iz kespróchen uuírdet.

Quod diversa genera diversas habeant differentias. 13

Diversorum generum et non subalternatim positorum. diversae secundum speciem differentiae sunt. Mísselîchero generum unde díu óbe éinên ánderên ne stânt. sínt sámo mísselîche skídunga. nâh íro specie. s. dáz sie uuúrchint. *Ut animalis et scientiae.* s. mísselîche skídunga sint. *Animalis quidem differentiae sunt ut gressibile volatile.* Animalia sínt keskéiden. án díu. dáz íro súmelichiu múgen gân. súmelichiu ulîgen. *Scientiae vero* s. differentiae *nulla harum est.* Mít tîen man skéidet scientiam. táz sínt ándere skídunga. náls tíse. *Neque enim scientia ab scientia differt in eo quod bipes est.* Nóh éin scientia ne íst ánderro an díu nîeht úngelîh dáz sî zuíbeine sî. *Sub alternorum vero generum. nihil prohibet easdem esse differentias.* Óbe éinên ánderên stântero generum. múgen uuóla sîn éine differentiae. sîe mág man gelîcho skídon. *Superiora enim. de subterioribus generibus praedicantur.* Táz íst fóne díu. uuánda die óberen genera gespróchen uuérdint fóne dien | níderên. Substantia íst taz óbera genus. animal íst taz nídera. Fóne animali chídit mán substantia. *Quare quaecunque praedicati differentiae fuerint. eaedem etiam erunt subiecti.* Pedíu sínt álle dîe skídunga des óberin generis. skídunga des níderen. úbe sie specificae sínt. i. úbe sie speciem uuúrchen múgin. sô díe sínt rationale mortale. Tíe sínt tés praedicati. i. substantiae. tíe sínt óuh tés de quo praedicatur. i. animalis. Álsô súmelîh substantia íst rationalis mortalis. sô íst óuh súmelih animal rationale mortale. Ándere differentiae sínt. tîe divisivae héizent. tíe ne dúrhkânt nîeht fóne demo óberin genere. ze demo níderin. Uuánda animal unde avis. sínt óuh subalterna genera. Animalis differentiae sínt rationale et inrationale. táz íst taz óbera. tîe ne sínt tes níderin. i. avis. uuánda nehéin avis ne íst ándermo úngelîh án díu. dáz er rationale sî. 14

Quod generalissimas significationes habeant singulae voces.

Singulum eorum quae secundum nullam complexionem dicuntur. aut substantiam significat aut quantitatem. aut | qualitatem aut ad aliquid. aut ubi. aut quando. aut situm. aut habitum. aut facere. aut pati. 15

Álliu éinluzziu uuórt. pezéichenent ételih tírro genámdôn zêeno i. uuáz iz sî. uuío míchel. uuíolîh. ze éteuuiu. uuâre. uuénne. kelégenî. anahábid. tûon. dólên. *Est autem substantia quidem ut figuraliter dicatur homo equus.* Substantia íst specialiter ze ságenne. ménnisco únde rós. *Quantitas*

ut bicubitum. tricubitum. zuéielnig trîelnig. *Qualitas ut album. Ad aliquid ut duplum. Ubi ut in loco. Quando ut heri. Situs ut sedet iacet. Habere ut calciatus armatus. Facere vero ut secare urere. Pati ut secari uri.* Tíz sínt generalissima genera. i. tíu érchenôstin genera. tísiu sínt tiu oberôstin. tísiu sínt échert genera. tíu únder ín sínt. tíu múgin béidiu sîn genera ióh species. Tísiu zêeniu stîez ér beuóre ze uîeren. Uuéliu sínt tíu uîeriu? Substantia. accidens. universale. particulare.

Quid haec singula coniuncta significent.

Singula igitur eorum quae dicta sunt. ipsa quidem secundum se in nulla 16 *affirmatione dicuntur.* Tísiu díu nû genémmet | sínt. tíu ne tûont túrh sih éinluzziu nehéina uéstenunga. *Horum autem ad se invicem complexione affirmatio sit.* Áber uóne ín zesámene gelégetên. uuírdet féstenunga. *Videtur enim omnis affirmatio vel falsa esse vel vera.* Álliu uéstenunga sól benôte sîn. lúkkiu álde uuâriu. *Eorum autem quae secundum nullam complexionem dicuntur. neque verum quicquam. neque falsum est.* Tíu áber súnderîgo gespróchen uuérdent. tíu ne sínt uuâr nóh lúgi. *Ut homo album currit.* Únz hára ságeta er geméinlîcho uóne âllên praedicamentis. nû ságet er uóne demo êristin. dáz íst substantia. únde uóne íro skídungo.

Divisio substantiarum in primas et secundas.

Substantia autem est. quae proprie et principaliter et maxime dicitur. quae neque de subiecto praedicatur neque in subiecto est. Tíu herôsta substantia. únde díu mít méisten réhte sô héizit. táz íst tíu. díu gespróchen ne uuírdet fóne demo únderen. nóh án ímo ne lîget. uuánda sî íst tíu níderôsta. fóne déro die óberen substantiae gespróchen uuérdint. tîe secundae 17 héizint. unde sî trégit álliu accidentia. | Tánnân héizet sî substantia. a subtus stando. *Ut aliqui* (sic) *homo vel aliqui equus.* Sô éin ménnisco íst. álde éin rós. *Secundae substantiae sunt species. in quibus speciebus insunt illae substantiae. quae principalitur dicunter. ut aliquis homo in specie quidem est in homine.*

Species sínt tie ánderin substantiae. ín dîen áber éne sínt petân. tíe êristin. dîe ánasihtîgen. sô éin ménnisco íst. *Hae s. species et harum specierum genera.* Tísiu species ín dîen primae substantiae petân sínt. unde íro genera dáz sínt secundae substantiae. *Animal vero genus est speciei* i. hominis. Táz íst genus in démo diu species pegríffen sínt. álso animal begrîfet hominem. *Secundae ergo substantiae dicuntur. ut homo atque ani-*

mal. Homo unde animal tíu in uernúmfte sínt. âne gesíht. tíu héizint mít réhte secundae substantiae. Ube primae ne uuârin secundarum ne geuuôge nîoman.

Quod univoce praedicantur secundae substantiae de primis. Accidentia vero aequivoce.

Manifestum est autem ex his quae praedicta sunt. quoniam eorum quae de subiecto dicuntur. necesse est et nomen et rationem de subiecto praedicari. Nû skînet uuola uóne dîen uóre geságetên. tén námin. unde dìa diffinitionem secundarum substantiarum. díe de subiecto héizint. pe nòte gespróchen uuérdin uóne primis substantiis. tíe íro subiecta sínt. *Ut homo* dicitur et *praedicatur de aliquo sub|iecto homine.* s. ut cicero est vel cato. 18 *Hominem namque* s. communem. *de aliquo praedicabis.* s. individuo ut est cato. Tû spríchist îo daz appellativum. uóne demo proprio. *Ratio quoque hominis. de aliquo homine praedicatur.* Diffinitio appellativi hominis. uuírdit oúh kespróchen fóne demo proprio homine. álso ér héizit. *Quare nomen et ratio praedicabitur. de subiecto.* Uóne díu uuírdit péidiu. íoh nomen íoh diffinitio primae substantiae kespróchen uóne secunda. únder déro námin sî stât. Sô man chît uóne cicerone. hic homo rehtor (rhetor) est. sô íst ér écchert kehéizen homo. Sô man áber chît cicero íst homo. sô íst ér geságet oúh uuésin homo. Fóne díu sínt primae substantiae, secundis univocae. *Eorum vero quae sunt in subiecto. in plurimis quidem neque nomen de subiecto. neque ratio praedicatur.* Aber dero accidentium námo. nâh állero. unde íro diffinitio. ne uuírdit nîeht kespróchen fóne prima substantia. tíu íro subiectum íst. *In quibusdam vero nomen quidem nihil prohibet praedicari. rationem vero impossibile est.* Tér námo súmelichero accidentium mág iz sîn. diffinitio nîomer. *Ut album.* i. albedo *cum in subiecto sit corpore praedicatur de subiecto. Dicitur enim corpus album.* Album héizit man béidiu. íoh sélba dia uáreuua. íoh tia sácha án déro sî íst. *Ratio vero albi nunquam | de corpore praedicabitur.* Án démo sî áber 19 íst. táz ne chît nîoman uuésin táz sî íst. Fóne díu héizit táz equivocatio.

Primas substantias omnibus caeteris dare ut sint.

Cetera vero omnia. s. quae praeter primas substantias sunt. *aut de subiectis eis dicuntur.* i. *primis substantiis. aut in subiectis eis sunt.* Al dáz tir íst âne primas substantias. táz uuírdet kespróchen uóne ín. álso secundae substantiae tûont. álde síu lígint án ín. sô accidentia tûont. *Hoc autem*

manifestum est ex his. s. exemplis *quae per singula proponentur.* Táz skînet uuóla án dîen exemplis. tíu dés sâr súnderîgo gegében uuérdent. i. súnderîgo uóne secundis substantiis. únde súnderîgo uóne accidentibus. *Ut animal de homine praedicatur.* Táz íst tíz éina exemplum. *Nam si de nullo aliquorum hominum. nec omnino de homine.*

Ne uuúrte animal uóne catone gespróchen. sô ne uuúrte iz uóne homine gesprochen. *Rursus color in corpore est. Ergo et in aliquo corpore.* Táz íst taz ándera exemplum. *Nam si non in aliquo singulorum nec omnino in corpore.* Ne uuâre diu uareuua án éinluzzemo dínge. sô diu súnna íst. sô ne uuâre sî án nehéinemo dínge. *Quare alia omnia aut de subiectis principalibus substantiis dicuntur. aut in subiectis eis sunt.* Ál dáz tir íst âne dia primas substantias. táz uuírdit kespróchen uóne ín. álde lígit án in. únde 20 ín ín. *Non ergo existentibus | substantiis. s. primis. impossibile est esse aliquid aliorum.*

Âne sîe ne mág ánderis nîeht sîn. Omnia enim alia aut de subiectis eis dicuntur. aut in subiectis eis sunt. Ál daz ánder. hábit námin uóne ín. álde sízzet án ín. Úbe primae substantiae ne uuârin. secundae ne uuârin. accidentia ne uuârin. Sîe sínt úndertân secundis substantiis. íro námin trágendo. únde úndertân accidentibus síu sélben trágendo.

De differentia secundarum substantiarum.

Secundarum vero substantiarum. magis substantia est species quam genus. Species íst hartor substantia tánne genus. *Propinquior est enim primae substantiae.* Táz íst uóne díu. uuánda iz náhor stât tero érchenôstûn substantiae. *Si enim primam substantiam quid sit quis assignet. evidentius et convenientius assignabit. speciem proferens quam genus.* Úbe diz éinluzza díng îoman zéigôt. tér zéigôt iz páz mít specie tánne mít genere. *Ut quendam hominem assignando manifestius assignabis hominem assignando quam animal.* Álso du catonem báz zéigôst. hominem némmindo. tánne animal. *Illud quidem proprium magis alicuius est hominis. hoc autem communius.* Éniu zéiga. i. homo. tíu íst catonis. Tísiu i. animal. tíu íst hominis. *Et cum aliquam arborem reddideris. manifestius assignabis cum arborem assignabis quam arbustum.* Zéigôst tû uuáz éin réba sî. táz tûost tû báz póum chédendo. tánne dáz in érdo stât. An érdo stât óuh chrûit | 21 unde spréid. *Amplius* Ferním nóh mêr. *Primae substantiae propterea quod aliis omnibus subiacent. et alia omnia de his omnibus praedicentur.*

aut in eis sunt. idcirco maximae substantiae dicuntur. Primae substantiae héizint mít méisten réhte substantiae. fóne díu dáz sie állero díngo stóllin sínt. únde álliu díng kespróchen uuérdint fóne ín. sò secundae substantiae tuônt. álde án ín sínt. sò accidentia sínt. *Sicut autem principales substantiae ad alia omnia se habent. sic et species ad genus se habet.*
Subiacet enim species generi. Species lígit únder genere. álso prima substantia únder ín béidèn lígit. únde nóh tánne sub accidentibus. *Genera namque de speciebus praedicantur. species autem de generibus non convertuntur.* Animal spríchit man uóne homine. Homo ne uuírdit kespróchen uóne animali. *Quare et ex his species est magis genere proxima substantiae.* Tánnan skînet oúh. táz homo náhor stât primae substantiae i. catoni dánne animal. *Ipsarum vero specierum. quaecunque non sunt genera. nihil magis alia ab alia substantia est.* Téro specierum díu genera ne sínt. i. tíu ében nâh stânt primae substantiae. téro nehéin ne íst mêr substantia. dánne dáz ánder. *Nihil enim familiarius assignabis de aliquo homine hominem assignando. quam de aliquo equo equum.* Tû ne spríchist nîeht quíssôr hominem uóne catone. dánne rós | uóne rhebo. *Similiter autem* 22 *et principalium substantiarum. nihil magis alterum altero substantia est.* Tero éinluzzon substantiarum ne íst oúh nehéin hártor substantia. dánne diu ánderiu. *Nihil enim magis aliquis homo substantia est. quam aliquis bos.* Cato ne íst nîeht hártôr substantia. dánne sîn óhso. *Merito ergo post principales substantias. solae aliorum omnium dicuntur species et genera secundae substantiae.* Mít réhte héizent species et genera ándere substantiae. nâh tien êristên. álles tés man genémmen mág âne sîe. i. âne die êristen. s. uuánda accidentia ne múgin héizen substantiae. *Solae enim hae indicant principalem substantiam eorum quae praedicantur.* Sîe éinen zéigont primam substantiam. s. âne diu accidentia.
Aliquem enim hominem si quis assignaverit quidem. speciem quidem quam genus assignando familiarius monstrabit. et manifestius faciet hominem assignando quam animal. Catonem zéigot man báz mít homine dánne mít animali. i. páz mít specie. dánne mít genere. *Aliorum vero quicquid assignaverit quilibet. assignabit extranee.* So uuáz îoman ánderis spríchit fone catone. dáz tûot ir míssenémendo. *Velut album aut currit. aut quodcunque talium reddens.* Álso dér misseními̇et. tér ín héizet album álde currit. álde îeht témo gelîchis. *Ergo merito hae solae substantiae dicuntur.*

23 Pedíu héizent | écchert tîe substantiae. dîe primae sínt alde secundae. *Amplius. Primae substantiae propterea quod aliis omnibus subiacent. id circo propriae substantiae dicuntur.* Quibus omnibus? Secundis substantiis et accidentibus. Secundae substantiae lígint óuh únder dien accidentibus. uuánda primae únder ín lígint. Úbe cato únde cicero. únder ín ne lâgîn. nóh homo ne lâge. Ne trûegîn sîe siu. sô ne trûege sie homo. Ne trûege siu homo. unde ánderiu species. sô equus íst unde bos. nóh animal ne trûege siu. Secundis chúmit iz uóne primis.

Nâh primis tîe siu ze uórderôst trágent. tragent siu óuh secundae in secundo loco. Pedíu sínt îo primae. úndertân ze êrist. Únde sélbên dîen únder tânen secundis. sínt primae úndertan. Fóne díu chídit ér nû uóne ín. propriae dicuntur substantiae. peuóre chád ér maximae dicuntur substantiae i. uuánda sie trágent. únde sínt únder trágentên. pedíu íst ín dér námo éigen. táz sie substantiae héizent. *Sicut autem primae substantiae ad alia omnia se habent* i. ad accidentia. *ita species et genera principalium substantiarum ad reliqua omnia se habent.* s. iterum ad accidentia. Álso primae substantiae stânt únder accidentibus. so stânt óuh secundae. *De his enim* i. primis et secundis *reliqua omnia praedicantur.* s. iterum accidentia. Uuánnân máhtîn qualia únde quanta gespróchen uuérden âne uóne ín. Ideo sequitur. *Aliquem enim hominem dicis grammaticum esse.* 24 *ergo et hominem et animal grammaticum dicis.* Aristarchum chí|dis tû uuésin grammaticum. sò tûost tû óuh hominem únde animal. Táz íst quale. Íst óuh aristarchus bipedalis táz íst quantum. sô íst óuh homo bipedalis. unde animal bipedale. *Similiter autem et in aliis.* s. qualibus et quantis.

Quod commune sit substantiis. in subiecto non esse.

Commune est autem omni substantia in subiecto non esse.

Állên substantiis íst keméine. ne uuésin án demo únderin. s. uuánda sie accidentia ne sínt. *Prima enim substantia nec de subiecto dicitur. nec in subiecto est.* Tiu níderôsta substantia ne habit únder íro ándera. fóne déro sî uuérde gespróchen. nóh sî ne lígit án ánderro. *Constat vero etiam sic quidem. quia nulla secundarum substantiarum est in subiecto.* Tánnân skînet táz nehéin secunda in subiecto ne lígit. s. uuánda prima ne lígit. *Et enim homo de subiecto quidem aliquo homine dicitur. in subiecto nullo est.* Táz éina hábit homo âne daz ánder. kespróchen uuírdit ér fóne demo únderin. áber

án ímo ne íst ér. *Neque enim homo est in aliquo homine.* Nóh homo neíst án cicerone. Ér íst sélber homo. *Similiter autem et animal de subiecto quidem dicitur aliquo homine. non est autem animal in aliquo homine.* Animal hábit óuh táz éina. Íz uuírdit kespróchen uóne cicerone. íz neíst áber án ímo. Cicero trégit íro námin ér ne trégit sîe sélben. Síu uuérdent fone imo praedicati náls por|tati. Amplius. Ferním îo nóh. s. 25 uuîo substantiae geskéiden sîn. uóne dîen díu in subiecto sínt.
Eorum quae sunt in subiecto. nomen quidem de subiecto aliquotiens nihil prohibet praedicari. rationem vero impossibile est. Secundarum vero substantiarum de subiectis ratio praedicatur et nomen. Téro námo. díu in subiecto sínt. i. accidentium. mág uuóla uuîlon gegében uuérden demo subiecto. sô album tuôt álbo. diffinitio nîomer. Áber dér námo. únde díu diffinitio secundarum substantiarum tíe dóh kelîh sínt témo in subiecto. tíu uuérdint pédiu gegében íro subiecto. i. primae substantiae. *Rationem vero hominis et animalis de aliquo homine praedicabis.* Diffinitionem hominis únde animalis spríchist tû uóne cicerone. Sensatum corpus. íst íro állero diffinitio.
Quare non erit substantia eorum quae sunt in subiecto. Sensus est. Prima substantia díu neíst in subiecto. nóh kelîh temo in subiecto. Tóh áber secunda hábe geméine subiectum mít accidentibus tíu der héizint in subiecto. únde ímo dâr ána gelîh sî. sî neíst tóh nîeht in subiecto. Pedíu neíst nehéin substantia in subiecto. Tísa réda tûot ér nû sûochendo proprium substantiae. Állero díngolîh pechnâet man îo uóne sînemo proprio. Ér hábitî iz nû uúndin. úbe iz fúrder ne rúhti. Ideo sequitur.

Quod non soli sit substantiae. in subiecto non esse.

Non est autem hoc substantiae proprium. sed et differentiae. illud est quod in subiecto non est. 26 Táz ne mág nîeht éigin sîn substantiae. dáz sî án demo únderin neíst. uuánda iz óuh íst differentiae. *Bipes enim et gressibile de subiecto quidem dicitur homine. in subiecto autem nullo est.* Fóne homine uuírdit. kespróchen îo uuederiu differentia. bipes ióh gressibile.
Íro námin trégit ér. sîn sélbûn ne trégit ér. Fóne démo sî uuírdit kespróchen. án démo neíst sî. *Non enim in homine est bipes neque gressibile.* Án homine neíst bipes nóh gressibile. ér íst iz sélbo. *Ratio quoque differentiae de eo dicitur. de quo ipsa differentia praedicatur.* Fóne démo sî gespróchen uuírdit. fóne démo uuírdit óuh íro diffinitio gespróchen. *Ve-*

lut si gressibile de homine dicatur. et ratio gressibilis de homine praedicatur.
Uuírdit tér námo differentiae gespróchen uóne homine. i. gressibile. sô uuírdit óuh íro diffinitio gespróchen uóne imo. Gressibilis diffinitio íst. quod per terram pedibus ambulat. Táz íst homo. Ideo sequitur. *Est enim homo gressibilis.*
Non nos vero conturbent substantiarum partes. quae ita sunt in toto quasi in aliquo subiecto. ne forte cogamur aliquando confiteri. eas non esse substantias. Únsih ne súlin trîegin. téil án állemo stândiu. sámo so siu acci-
27 dentia sîn. nals substantiae. Uuârîn sie accidentia. sô ne uuârîn | sîe partes tero substantiae. Hóubit únde hénde sínt tes lîchámin téil. sô sínt óuh éste des póumis. uuénde des hûses. pedíu sínt kelîcho substantiae partes unde totum. *Non enim sic dicebantur esse ea quae sunt in subiecto. ut quasi partes essent.* Accidentia ne chád nîoman uuésin partes subiecti.

Item quid non sit soli substantiae sed et differentiae.

Inest autem substantiis et differentiis. ab his omnia univoce praedicari. Substantiis. s. secundis únde differentiis íst keméine. uóne íro subiectis kespróchen uuérdin univoce. *Omnia enim quae ab his praedicata sunt aut de individuis praedicantur aut de speciebus.* Ál dáz tû uóne ín chîst. táz chîst tû fóne íro únderên. *A prima namque substantia nulla praedicatio est. De nullo enim subiecto dicitur.* Cato ne hábit únder ímo nehéin subiectum. fóne démo ér múge gespróchen uuérdin. *Secundarum vero substantiarum species quidem de individuo praedicatur.* Fóne ímo uuírdit homo gespróchen. *Genus autem de specie et de individuo.* Animal uóne béidên íóh homine íóh catone. *Similiter autem et differentiae de speciebus et de individuis praedicantur.* Gressibile chît man oúh fóne béidên. íóh homine íóh catone. Táz íst tíu éina praedicatio. i. nominis. *Rationem quoque suscipiunt primae substantiae specierum et generum. et species generis.* Cato dér
28 ze únderôst lígit. hábit diffinitionem | déro óberôn. i. hominis et animalis. Uuánda ér íst substantia animata sensibilis. Sô hábit óuh homo animalis. táz íst tiu sélba. Tia dû chîst fóne démo óberin. dîa chîst tû uóne demo únderin. *Similiter autem et differentiarum rationem suscipiunt species et individua.* Homo únde cato díu sínt táz. quod pedibus per terram potest ambulare. Táz íst diffinitio gressibilis. Táz íst tíu gemácha praedicatio. i. diffinitionis. *Univoca autem erunt quorum et nomen commune est et*

ratio. Tíu sínt îo univoca. díu béidiu geméine hábint. nomen ióh rationem. i. diffinitionem. *Quare omnia quae a differentiis sunt et substantiis. univoce praedicantur.* Fóne díu uuízîst. so uuáz man chîd uóne substantiis secundis. unde differentiis. táz uuésin geméine. ín únde íro subiectis. Uuízîst oúh differentiam sámint uuésin. substantiam ióh accidens. unde ne uuéder dúrh síh.

Item quod inest substantiae. sed non omni.

Omnis autem substantia videtur hoc aliquid significare. Mánne dúnchit îo substantia éin díng bezéichenen. *Et in primis quidem substantiis indubitale et verum est. quoniam aliquid hoc significat. Individuum enim et unum est numero quod significat.*

Án catone únde án cicerone. íst iz quísso uuâr. dáz sî éin bezéichenet. Íro iouuéderis námo bezéichenet éin éinluzze díng únde únspaltîg. *In secundis substantiis videtur quidem similiter | appellationis figura hoc aliquid* 29 *significare. quando quis dixerit hominem vel animal. non tam verum est. sed quale aliquid significat.* Án homine unde animali mág mánne dúnchin. uóne déro gelîchi dés einlúzzen námin. táz siu bezéichenên éinlúzze díng. taz ne íst uuâr nîeht. síu bezeichenint mêr uuîolîh díng.

Neque enim unum est quod subiectum est. s. secundae substantiae. *quem ad modum prima substantia.* s. unum est. *sed de pluribus homo dicitur et animal.* táz neíst éinlúzze nîeht. sô cato íst. Tíu communio. dáz íst qualitas. *Non autem simpliciter qualitatem significat.* s. secunda substantia. *quem ad modum album.*

Nihil enim aliud significat album. quam qualitatem. Homo únde animal ne bezéichenent nîeht. so bárlîcho uuîolichi. sô uuîzî tûot. Uuîzî ne bezéichenet nîeht. âne uuîolichi. *Genus autem et species circa substantiam qualitatem determinant.* Homo únde animal sézzent íro qualitatem úmbe dia substantiam. i. úmbesézzent. únde úmberingint mite dia substantiam. *Quale enim.* s. hominis et animalis. *quandam substantiam significat.* Íro uuîolîchi bezéichenit substantiam. s. tíu án íro subiectis íst. Sî neíst nîeht sô getân sô diu bára. díu lígit án dero substantiae. dísiu úmbe gât sia. So getân qualitas. héizit substantialis qualitas. *Plus autem in genere quam | in specie determi-* 30 *natio fit. Dicens enim animal plus complectitur quam hominem.* Mít animali uuírdit uuîtôr gemárchôt. tánne mít homine. Tíu márcha gât úmbe álliu lébendiu. únz tára ne márchôt homo nîeht. Éniu communio íst mêra dánne

dísiu. Nóh neíst îo nîeht fúnden proprium substantiae. Pedíu sûochet ér iz îo nóh.

Item quod inest omni substantiae. non autem soli.

Inest autem substantiis. et nihil illis esse contrarium. Primae enim substantiae quid erit contrarium? Ut alicui homini nihil est contrarium. At vero nec homini nec animali nihil est contrarium. Állèn substantiis ist keméine uuésin âne uuíderuuártin. Uuáz mág catoni sîn uuíderuuártîg. únde homini únde animali? Tíu héizint contraria. tíu uóne éinemo úrsprínge chómeniu. i. uóne éinemo genere. állero díngo úngelîchesten sínt. unde uérristin. únde éin ánderiu tîlegônt. Álso lîb únde tôd. téro genus ad aliquid íst únde uuîz únde suarz. téro genus qualitas íst. Tíu ne múgin sámint sîn. uuánda íro natûra uuíderuuartîg íst. Sólih ne íst substantia nîeht. *Non est autem hoc substantiae proprium. sed etiam multorum aliorum ut quantitatis.* Tiz ne íst îo nóh nîeht úréiche substantiae. íz íst oúh quantitatis únde ánderro díngo. *Bicubito enim nihil est contrarium. At vero nec decem. nec alicui* 31 *talium.* Táz zuéio élnôn láng álde breit | íst. álde drîero. álde uîero. uuáz mág témo uuídere sîn? Álde sélbero zálo. so zeêniu íst. únde zuéinzig? *Nisi quis forte multa paucis dicat esse contraria. Vel magnum parvo.* Éteuuer ne strîte. manigiu den únmánigên. mícheliu den lúzzelên uuíderuuálôn. Táz sî so uuîo iz sî. *Determinatorum vero nullum nulli est contrarium.* Téro guíssotôn neíst îo nehéin ándermo uuíderuuártîg. Úmbe dîe úngeuuíssôten mág man strîten. tíu nîeht úreichis ne sínt quantitatis. tíu échert quantitatis sínt. tíu ne mág nîoman gezîhen dero uuíderuuartîgi.

Item quod inest non soli.

Videtur autem substantia non suscipere magis et minus. Substantia ne mág mêr noh mínnera sîn dáz sî íst s. zéinemo mâle dánne ze ándermo. *Dico autem hoc. non quia substantia non est a substantia magis et minus. Hoc autem dictum est quia est.* Íh ne uerságo nîeht. éin substantia ne sî hártôr substantia dánne ánderiu. Uuánda íh tés keiégen hábo. s. sô prima íst hártôr dánne secunda. *Sed quoniam unaquaeque substantia hoc ipsum quod est. non dicitur maius et minus.* Súnder dáz éin substantia dáz sî íst zéinemo mâle. dáz mêr ne íst. dánne ze ándermo. *Ut est haec substantia homo.* Álso cato íst. *Non est magis et minus homo. neque ipse. neque alter ab altero.* Ér ne uuírdit nîomer mêr ménnisko álde mínnera. Nóh ér ímo sélbemo. nóh 32 ánderêr | ímo. Cicero ne uuírdit nîomer mêr nóh mínnera homo álde

substantia. dánne cato. *Non enim est alter altero magis homo. sicut album altero magis album et bonum alterum altero magis bonum.* Sô uuîz ándermo. uuîzera uuírdit. únde gûot ándermo bézzera uuírdit. sô ne uuírdit nîomer ménnisko. ándermo hártôr ménnisko. *Sed et ipsum a se magis et minus dicitur. Ut corpus cum album sit. magis album esse dicitur quam prius. Et cum calidum sit. magis et minus calidum dicitur.* Ióh uuîz sélbiz uuírdit mêr únde mín. Álso uuîz tûoh uuîzera uuírdit. tánne íz êr uuâre. Únde uuárm uuazer uuármera uuírdit. ióh chálter uuírdit. tánne iz êr uuâre. *Substantia vero non dicitur.* s. se ipsa *magis et minus.* Substantia ne lîdit tés nîeht. taz sî uuérde mêr álde mín. dánne si êr uuás. *Neque enim homo. magis nunc homo quam prius dicitur. Neque aliorum quicquam quae substantiae sunt.* Mennisko ne héizit îo nû nîeht mêr ménnisko. dánne êr. Nóh téro díngo nehéin. díe substantiae sínt. *Quapropter non recipiet substantia magis et minus.* Pedíu ne mág substantia mêr uuérden alde mín dáz sî íst. Nóh circulus ne mág nóh duplum. nóh triangulum. unde ándere quantitates. Tes hábit aristoteles fersuîget uuánda iz álechúnd ist. Fóne díu uuírdit îo noh ze sûochenne proprium substantiae.

Item quod omni et soli.

Maxime autem substantiae proprium videtur esse quod cum | idem et unum 33 *numero sit contrariorum susceptimum est.* Taz quíssista súnderzéichen substantiae íst táz. táz sî éin uuésintiu. zuéi án síh némen mág uuíderuuartîgiu. *Et in aliis quidem quaecunque non sunt substantiae. non habebit quis quid proferat. quod cum unum sit numero susceptibile contrariorum est.* Án dîen accidentibus ne mág nîoman dáz eruáren. dáz éin uuésende zuéi án síh néme uuíderuuártîgiu. *Velut colorum quod est idem et unum numero. non erit album et nigrum. Neque eadem actio et una numero. erit prava et studiosa.* Álso éin uáreuua ne mág uuésin uuîz unde suárz. Nóh éin tât. kûot unde úbel. *Similiter autem et in aliis quae non sunt substantiae.* Álso íst iz án dien ánderen accidentibus. *Substantia vero cum unum et idem sit numero. capax contrariorum est.* Substantia éiniu. mág trágen zuéi uuíderuuartîgiu. *Ut quidam homo. cum unus atque idem numero sit. aliquando quidem fit niger. aliquando albus. et calidus et frigidus. pravus et studiosus.* Álso cato uuésin mág ze êrist uuîz. unde dára nâh suárz. únde uuîlôn uuárm. únde uuîlôn cháld. uuîlôn réht uuîlôn únreht. *In aliis autem nullis aliquid tale videtur.* Án dien accidentibus ne uíndest tu nîeht sóles.

Non sic orationem et opinionem contrariis mutari sicut substantiam.
34 *Nisi forte quis obponat orationem et opinionem esse huiusmodi.* | Mán ne chéde réda. únde uuân. sô getân uuésin. *Eadem enim oratio et eadem opinio. verum et falsum esse videtur.* Uuánda éina réda. unde éinen uuân. uíndet man béidiu uuésin. uuâr ióh lúgi. *Veluti si vera sit oratio sedere quendam. surgente eo falsum erit.* Álso dánne geskíhet. ube uuâr íst ze spréchenne. dáz éin mán sízze. únde iz sâr lúgi íst. sô ér ûf stât. *Similiter autem et de opinione.* Úmbe den uuân sô sámo. *Si quis enim vere opinari. vel placere sibi putet sedere aliquem. surgente eo falsa videtur ei idem habenti de eo placitum.* So uuér uuânin uuíle dánne iz uuâr íst. táz éin mán sízze. stât ér ûf. uuânit ér is tánne nóh. so trîugit ín der uuan. *Sed etsi quis hoc suscipiat. sed tamen modo differt.* Uuíle oúh táz îoman sô uernémen. unde uúre gelîh háben. sô ne gât íz tóh nîeht kelîcho. *Nam ea quae in substantiis sunt ipsa motata susceptibilia sunt contrariorum. Frigidum enim de calido factum. motatum est. Alterum enim factum est. Et nigrum ex albo. et studiosum ex pravo.* s. motatum est. et alterum factum est. *Similiter et in aliis.* s. substantiis *unum quid motationem suscipiens est susceptibile contrariorum.* Sô die substantiae síh uuéhselônt. sô nément sîe án síh. álde ín síh contraria. Cháltiu sácha uuárm uuórteniu. hábit
35 síh keuuéhselôt. únde íst uuórten ánderiu. Únde suárz | sacha uuîz uuórteniu. hábit síh ál geuuéhselôt. Sô uérit iz úmbe éina îo uuélea substantiam. dáz sî síh uuéhselondo. inpfáhet contraria. *Oratio autem et placitum. ipsa quidem inmobilia omnino perseverant.* Áber réda unde uuíllo ne tûont nîeht sô. Síu stânt únuéruuéhselôt sélbin. Uuâr únde lúgi. ne uuehselônt sih nîeht. sô uuîz únde suárz tônt (sic) tia substantiam. *Cum res movetur contrarium circa eam fit. Oratio namque permanet eadem eo quod sedeat aliquis.* Sô der sízzendo ûf stât. sô skînet án ímo. der uuéhsil. dóh tíu réda úngeuuéhselôt sî. tíu dir chît. dáz er sízze. *Cum vero res mota sit. aliquando falsa fit.* s. oratio. Úbe man sízzet. álde stât. unde síh sô uuéhselôt. sô uuírdit sî úngeuuehselôtiu. uuâr álde lúgi. *Similiter autem et in placito.* Sô uérit iz óuh án demo uuâne. *Quapropter modo solius proprium substantiae est. eo hoc est id quod secundum suam motationem capabilis sit contrariorum.* Pedíu íst iz échert éinero déro substantiae. dáz sî síh uuéhselôndo. infáhen mág zuei contraria.

Orationem et opinionem contrarietatis non esse susceptibilem.
Si quis autem etiam haec recipiat. placitum et orationem dicens susceptibilia esse contrariorum. non est verum hoc. Úbe iz óuh îoman sô háben uuíle. daz oratio unde placitum. i. opinio. án síh | némen contraria. dóh siu sih 36 ne uuéhselôen. táz ne íst îo uuâr nîeht. *Oratio namque et placitum non in eo quod ipsa aliquid recipiant. contrariorum susceptibilia esse dicuntur. sed eo quod circa alterum aliqua passio facta sit.* Uuân únde réda. dóh man síu héize contraria. dáz neíst îo bedîu nîeht táz síu in síh îeht kenémen múgin. núbe uóne díu. dáz díu substantia éteuuáz lîdit s. uuíderuuartîgis. *Nam in eo quod res est aut non est in eo etiam oratio vera vel falsa dicitur. non in eo quod ipsa capabilis sit contrariorum.* Also îo díu subst. íst. álso uuírdit tíu réda uuâriu álde lúkkiu. sô ne lîdet îo sélbiu nîeht. *Simpliciter autem a nullo.* s. contrariorum. *neque oratio neque placitum. Quapropter non erunt susceptibilia contrariorum cum nulla in eis passio facta sit.* Túrh síh ne infíndit nîemer uuân únde réda. déro uuíderuuártigôn. Fónc díu skînet. dáz síu íro nîeht infâhen ne múgin. noh lîden ne múgin. *Verum substantia in eo quod ipsa contraria recipiat. in hoc susceptibilis contrariorum esse dicitur.* Áber substantia díu síu i. contraria nímit án síh. tíu hábit tén námen mít réhte. *Languorem enim et sanitatem suscipit. et candorem et nigredinem. Et unum quid talium ipsa suscipiendo. contrariorum susceptibilis esse dicitur.* Sî uuírdit sîehc (sic) únde gesúnt. uuîz únde suárz. Únde déro îo ételîh an síh láden|de. héizit sî mít réhte. díu ánanémiga déro 37 contrariorum. *Quare erit proprium substantiae quod cum idem et unum numero sit. secundum suam motationem. contrariorum est susceptibilis.* Fóne díu íst táz úreiche substantiae. dáz sî síh uuéhselònde. contraria inpfâhen mag. *De substantia quidem haec dicta sunt.*

Explicit de substantia.

Uuîo mág man díutin substantiam unde accidens? Súmelîche chédint substantiam. dáz ter íst. accidens dáz ter míte íst. Súmelîche chédint substantiam uóne uuésinne uuíst. accidens míteuuíst. Súmelîche chédint substantiam êht. quod intelligitur îeht. i. aliquid. accidens mít êhte. Videtur autem esse compositum. îeht et eius negatio nîeht. quod integre dicitur éin êht. únde nehêin êht. Sicut et corrupte dicitur îouuíht. et eius negatio nîouuíht. De omni namque re uuíht dicitur. Interrogamus

enim dicentes íst târ îouuíht? quasi diceremus íst târ éinuuíht i. aliquid. Respondemus quoque nîouuiht. i. nehéin uuíht. Unum ergo significant îouuíht únde îeht. et item nîouuíht únde nîeht. De homine quoque dicitur úbil uuíht. pôse uuíht. Ergo. uuíht. êht. îeht. uuíst. taz íst. substantiam significant. Convenientius tamen videtur substantiam et accidens dicere. uuíst. únde míte uuíst. Quid autem genus et species? Dicam si 38 placet genus taz keméina. species taz súnderîga. In historicis | lectionibus solemus interpretari genus chúnne unde sláhta. speciem bílde unde skôni. únde ánasíht. Facile autem intellegitur generalissimum genus tantum genus esse. et specialissimam speciem tantum speciem esse. genus autem subalternum utrumque esse genus et speciem. Idcirco dicamus genus generalissimum. állero generum érchenôsta. et speciem specialissimam állero specierum érchenôsta. subalternum vero genus éin genus únder ándermo. Transire quoque possumus. in legendo. eorum interpretationem quorum patet intellectus et significatio. Maxime si eorum est laboriosa interpretatio. Sicut et latini angelos. et archangelos. cherubim. et seraphim. patriarchas. et prophetas. quae greca nomina sunt. in usu habent. Nec eorum alibi quam in expositionibus interpretationes leguntur. **Transire úberhéuen. In usu habent prûchent.**

Incipit de quantitate.

Prima divisio.

Quantitatis aliud quidem est continuum. aliud discretum. Súmelîche quantitates hábent síh zesámine. súmelîche sínt únderskéidin.

Secunda divisio.

Et aliud quidem constat ex suis partibus. habentibus positionem ad se invicem. aliud autem ex non habentibus positionem. Únde súmelîche bestânt fóne íro stúcchin. éin ánderên éteuuio lígendên. súmelîche fóne únlígendên.

Quae in prima divisione sint discreta et continua.

39 *Est autem discreta quantitas ut numerus et oratio. Continuum vero linea snperficies corpus. Amplius autem praeter haec. tempus et locus.* Tíu únderskeidena quantitas. táz íst zála únde réda. Tíu sih zesámine hábet. táz íst ter réiz. únde díu óbeslíhtî. únde diu héui. Únde nóh tánne âne díu zît. únde stât.

Ratio de discretis.

Partium etenim numeri. nullus est communis terminus ad quem copules particulas eius. Tíu téil dero zálo. ne hábint nehéina geméina márcha. tíu siu zesámine héfte. *Ut quinque* et quinque. *si est ad decem particula.* Also fínuiu. únde áber fínuiu. zesámene ne háftênt. úbe díu téil zêniu máchônt i. úbe denarius tarûz uuírdit. *Ad nullum communem terminum copulat.* i. copulantur. *quinque et quinque sed semper discreta et separata sunt.* Nehéin geméine márcha ne héftit zesamine fínuiu únde áber fínuiu. síu sínt îomer geskéiden. *Quare numerus discretorum est.* Fóne díu íst îo numerus únderskéidin. *Similiter autem et oratio discretorum est.* Oratio íst óuh únderskéiden. *Quia et quantitas est oratio. manifestum est. Mensuratur syllaba brevis* (sic) *et longa.* Táz oratio quantitas íst. dáz skînet án déro mâzo dero syllabarum. día man lánge héizet únde chúrze. s. uuánda láng únde chúrz quantitates sint. táz fóne dien bestât. táz íst óuh quantitas. *Dico autem cum voce orationem prolatum.* Íh méino | día gespróchenun orationem. s. Ne mísse uáh nîeht án demo uuórte. Uuanda logos pezeichenit apud grecos pêdiu. rationem ióh orationem. Álso oúh tûot réda in díutiscun. *Ad nullum enim communem terminum particulae eius copulantur.* Partes orationis ne bíndit nehéin geméine márchunga zesámine. *Non enim communis terminus est. ad quem syllabae copulantur. sed unaquaeque divisa est. ipsa secundum se ipsam.* Tû ne uíndest nehéina márcha geméina tíu zesámine héfte die syllabas tie partes orationis sínt. Síe sínt álle geskéidin îo uuéliu stât túrh síh. 40

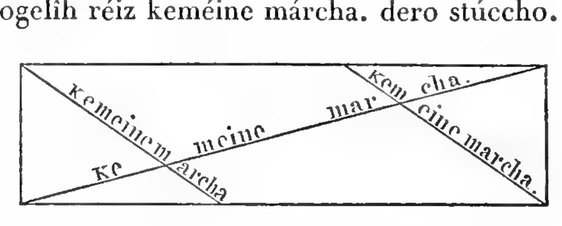
Ratio de continuis.

Linea vero continuum est. Potest enim sumere communem terminum. ad quem particulae eius copulentur. i. punctum. Ter rêiz hábit síh áber zesámine. uuánda ér mág úndirstúpfit uuérdin. úndér stúpf íst tánne geméine márcha des zéseuuin téilis únde des uuínsterin in hunc modum

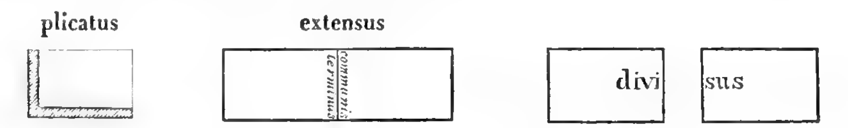
sinistra pars dextera pars.

Uuírdit ter réiz ferzorn in míttemin. sô sint tánne uuórtin zuêne réiza ûzer éinemo. sô sínt óuh fóne díu uuórtin zuêne órtstúpfa déro réizo. ûzer démo éinen stúpfe. dér beuóre uuás keméine. •————• •————• in hunc modum. Stúpf ne íst nehéin téil des réizis. ér íst échirt órt únde márcha. Mít temo stúpfe solst tû îo zeigòn dîe téila des réizis. uuíle dû den hálbin. uuíle dû den drítten. uuíle | dû den uîerden. Âne stúpf ne 41

máht tû. Ter réiz hábit léngi âne bréiti. stúpf ne hábit ne uuéder. Ten réiz máht tu getéilen mít témo stúpfe. áber sélbin den stúpf. ne máht tû getéilen. Fóne díu neíst nehéin díng in quantitate. chléinera stúpfe. et nec quantitas. sed initium et terminus quantitatis. *Et superficies lineam.* s. potest sumere communem terminum. *Plani namque particulae ad quendam communem terminum copulantur.* Tiu uéldslíhtî mág únder márchôt uuérdin mít temo réize. uuánda íro téil hábint síh îo benôte zesámine. án ételîchero geméinero márcho. tíu geméina márcha íst ter réiz. Sô daz uéld únderrízen uuírdit. sô íst îogelîh réiz keméine márcha. dero stúccho. díu dâr in ében lígent. in hunc modum. Fáld óuh taz tûoh in zuéi. so dúrhkât ter uáld in réizis uuîs alla dia bréiti des tûochis. únde íst geméine marcha

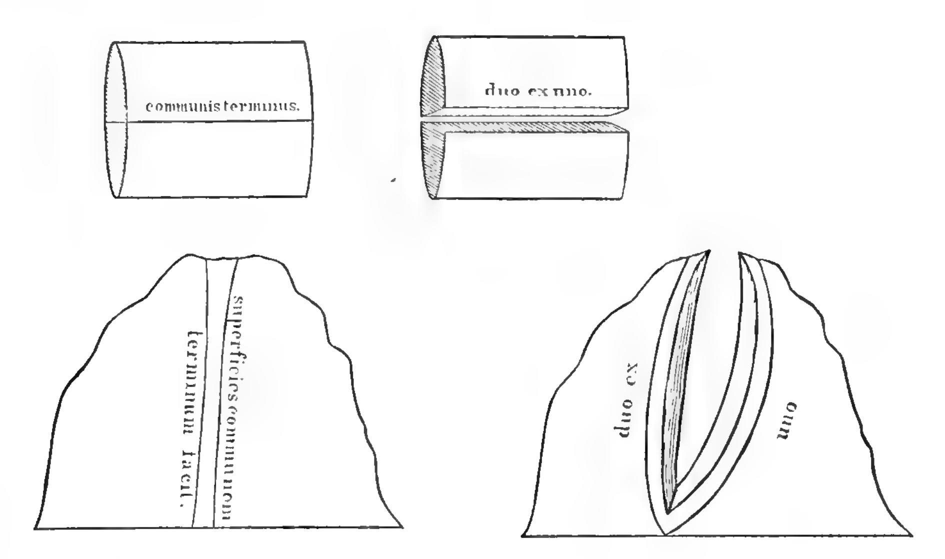


péidero déro téilo. díu dâr in ében sínt. Uuíle dû íz án déro stéte in zuéi scrôtin. sô sínt sâr uuórtin zuéi tûoh ûzer éinemo. únde uzer éinero slíhti zûo (sic). unde sínt uuórtin zuêne durhkánge. ûzer démo éinemo. dér 42 dâr beuore uuas. Díe sîhet (sic) | man dánne án dîen scrôtin. in hunc modum.



Slíhti hábit îo léngi sámint téro bréiti. iro márcha hábit léngi âne bréiti. dáz íst ter réiz. tér márchôt sia in míttemin. dér órtôt sia óuh an dîen énden. túrh táz ne íst er nehéin téil déro slíhti. *Similiter autem et in corpore poteris sumere communem terminum lineam aut superficiem. quae corporis particulas copulet.* Álsô máht tû oúh án dero héui némin ze geméinero márcho dén réiz. alde dîa slíhti. tiu zesámine héfte dâr in ébin lígendîu téil déro heui. Héui dáz íst tiu dícchî sámint tero bréiti. álsô dû síhest án éinemo stéine. álde án éinemo blóche. Féndest tû dehéina îdun (sic) in réizis uuîs kâenda. án demo hólze. álde án demo stéine. tiu íst keméinmérche. dero in ébin lígendôn téilo. Spáltet síh án dero ídun (sic) dero (sic) stéin in zuéi. álde dáz hólz. so séhên uuír zuêne dúrhkánga in réizis uuîs ze uórnahtîgemo spálte. die beuóre uuâren éin durhkáng. únde éin réiz. Únde ane dáz. séhên uuír zuéi níuuiu superficies. tíu álsô brèitit sínt. sô

dích daz corpus uuás. Uuánda man díu níuuin superficies fóre ne sáh. pedíu skînet táz tiz corpus peuóre continuum uuás. Uuîo uuír|dit áber 43 superficies keméin mérche? Táz tûot iz. úbe dû úndest áber án stéine. álde án hólze. strîmen gâende in strâzo uuîs. tîe héizent superficies. uuánda dâr bréiti sámint téro léngi íst. Tíe strîmen. unde die strâzâ. sínt óuh sâr únder mérche déro in ében lígendòn téilo. Uuír séhên ófto ába óbenahtîgemo bérge nídergân strâzâ. dâr sléipfa álde uuég îst. Uuír séhên uuîza strâza uuóla bréita án demo hímile. quae lacteus circulus dicitur. dáz sínt ál úndermérche geméiniu. déro in ében lígendôn téilo. des hímelis ióh tero érdo. Úbe án míttên dîen strîmôn. únde dîen strâzôn. der bérg scríndet. álde holz. alde stéin. sô sínt zuéi corpora uuórtin ûzer éinemo. únde ûzer éinero strâzo zûo (sic). dîe danne skînent án dîen brúchin. in hunc modum.



Únde áber âne dáz pegínnent skînen zuéi níuuiu superficies. tíu man beuóre 44 ne sáh. tô iz ein corpus uuás. Uuíle dû chédin dáz keskíhet an substantia. náls in quantitate. sô uerním dáz uuóla. târ síh tíu corpora teílint. táz síh târ téilint íro quantitates. réiz. únde slíhti. únde héui. Únde uerním oúh nóh mêr. Ube díu corpora sô stárh sínt. táz síu uuîchen ne múgen. eruuéget man íro énin (sic) téil. sô uuágônt álliu íro téil. álso éin stéin tûot. álde éin chórn. Tánnân skînet îo dáz íro quantitates continuae sínt. Úbe iz áber íst éin hûfo stéino. álde éin mútte chórnis. íro uuágôt íro éin. turh

táz ne uuágônt síu álliu. Târ skînet táz síu únde íro quantitates únderskéiden sínt. *Est autem talium. et tempus et locus.* Sólih íst óuh zît. unde stát. i. continua sunt. *Praesens enim tempus copulatur. et ad praeteritum et ad futurum.* Táz kágenuuérta zît. háftèt zû démo feruárenên (sic) únde demo chúmftîgin. Únde íst keméin mérche iro zuéio. íst ûzlâz praeteriti. anauáng futuri. *Rursus locus continuorum est.* Stát íst óuh téro zesámine háftentôn. *Locum enim quendam corporis particulae obtinent.* s. quia ipsum corpus quendam locum optinet. Uuánda sélbiz corpus pehábit éina 45 stát. fóne díu pehábent oúh sîniu téil éina stát. *Quae par|ticulae ad quendam communem terminum copulantur.* Tíu téil háftênt zû ételîchero gemêinero márcho. *Ergo loci particulae quae obtinent singulas corporis particulas. ad eundem terminum copulantur. ad quem et corporis particulae. Qua propter continuus erit et locus. Ad unum enim communem terminum suas particulas copulat.* Tíu téil dero stéte. díu dés corporis téil úmbe hábint. tíu háftênt târ zesámine. târ díu téil dés corporis zesamine háftênt. Pedíu íst óuh tíu stát zesámine hábîg. uuánda síu fûoget íro téil zû geméinero márchô. táz chît íro téil uuérdint zesámine gefûoget. mít keméinero márchô. Álso daz hûs ein corpus íst. álso hábit iz óuh éina hûs stát. Únde álso die uuénde téil sínt des hûses. so sínt óuh tie uuánt stéte. téil dero hûsstéte. Únde dâr die uuénde zesámine haftênt. târ háftênt óuh tie uuánt stéte zesámine. Uuáz íst sélbiu diu stát? Tíu séhsiu. díu állero díngolîh úmbe hábint. únde úmbe grîfint. Uuéliu sínt tíu? Taz únder. únde daz obe. daz fóre. únde daz áfter. daz in ében ze zéseuûn. únde daz inében ze uuínsterûn. Uuáz íst áber zît? Álter dírro uuérelte. fóne êrist únz in ende.

46 Item ratio de secunda differentia quantitatum. quae est haben|tium positionem et non habentium.

Amplius autem. ferním áber nóh mèr. ferním dáz íh nû téilta síben quantitates in uínuiu. únde in zuéi. nû sól íh sîe ánderêst téilen in uîeriu. unde in dríu. *Alia quidem constant ex particulis quae in eis sunt. positionem ad se invicem habentibus. alia autem ex non habentibus positionem.* Súmelîche quantitates pestânt. fóne íro téilin éin ánderên éteuuîo lígendên. súmelîche fóne únlígendên. *Ut* est. *Lineae quidem particulae positionem habent ad se invicem.* Tíu téil des réizis. lígent éin ánderên éteuuîo. s. geórto. náls kesîto. in hunc modum.

keorto. keorto. keorto.

Singulum namque eorum situm est alicubi. Îogelîh íro téil. líget éteuuâr. *Et habes unde sumas unum quid. et assignes ubi situm est in plano.* Unde hábist tû geuuís. uuâr dû sûchêst téile gelîchin. únde zéigôst uuâr er líge án demo uélde. *Et ad quam particulam ceterarum copuletur.* Únde án uuéle iz stôze déro ánderro téilo. s. álsô daz zéseuua téil stôzit án daz uuínstera. únde îo geórto náls gesîto. *Similiter autem et particulae plani quandam habent positionem.* Tíu téil dero slíhtî lígent óuh éteuuâr. únde lígent péidiu geórto ióh gesîto. *Similiter namque ostenditur unum quid ubi iacet.* Táz skînet. uuánda man zéigôn mág. uuâr îogelîchez líget. *Et quae copulantur ad invicem.* Únde man zéigôn mág uuéliu án ánderiu stôzen. Sô díu tûont tíu gelégo | únde gesîto éin ánderên bechómint. álde 47 geórto. in hunc modum.

Kes|îtto. Kes|îtto.
Kesîtto. keorto. Kesîtto. keorto. Kesîtto.
Kes|îtto. Kes|îtto.

Sed et soliditatis quoque similiter et loci. s. particulae ostenduntur. Sô mág man óuh zéigôn tíu téil dero héui. únde déro stéte. Tíu héui dáz íst tíu hôi únde diu dícchî ut dictum est. Diu gât îo nídenân ûf. fóne díu íst quíssíu stát únde geuuíssêr téil dero hôi. ióh tero dícchî. éin élna fóne érdo. álde zûo (sic). Únde uuío lígent síu éin anderen? îo éin óbe andermo in hunc modum.



Áber díu stát. úmbe gât díu corpora. fóne díu íst quíssêr téil dero stéte. ze zéigônne. quíssen téil des corporis. Sô dáz íst. Án demo áste des póumis. án dero uuénde des hûsis. án dero ékko des pérgis. án demo hóubete des mánnis. án dero pórto déro búrg. Únde uuîo ligent siu éin ánderên? Súmiu geórto. sô díu geléiche tuônt (sic) des fíngeris. Súmiu gelégo. sô sélbin die fíngera tûont. Súm (sic) éin óbe ándermo. sô daz hóubet tuôt. 48 óbe | demo hálse. Uuîo hôo iz sî. dáz zéigôt quíssin téil dero héui. Uuâr iz tar ána sî. án uuélemo téile. án uuélemo líde. únde nóh tánne in uuélemo énde. uuélês síndes. uuéder óbenân. alde nídenân. fóre álde after. álde inében. ósterhálb. álde uuésterhálb. nórdenân álde súndenân. táz zéigôt quissen téil dero stéte.

Hucusque de habentibus positionem. restat de non habentibus.

In numero non potest quis respicere tamquam particulae eius positionem aliquam ad se invicem habeant. aut sit situm alicubi. aut aliquae particulae ad se invicem conectentur. Án dîen téilin déro zálo. ne uíndest tû ne uuéder. nóh uuîo síu lígên éin ánderên s. georto. álde gesîto. álde óbe éin ánderên. nóh uuâr síu lígên. s. ze zéseuûn álde uuínsterûn. nóh táz síu îenêr zesámine háfteén.

Sed neque ea i. eae partes *quae temporis sunt.* s. positionem habent. Nóh téil des zîtis ne hábent nehéina kelégeni. *Nihil enim permanet ex partibus temporis.* Táz íst fóne díu uuánda sîniu téil nío stíllô ne gestânt. síu rínnent hína sámo so uuázer. Táz nû praesens íst. táz uuírdit sâr praeteritum. *Quod autem non est permanens. quomodo hoc positionem aliquam habebit?* 49 Táz nehéina uuîla úngeuuéhselôt | ne íst. uuîo mág táz háben státa. álde kelégenî. álde sképfeda? Uuér mág chéden. sus líget tíz téil énemo téile. sîd síu îo ána in uérte sínt? únde nîomêr ne gestátônt? *Sed magis ordinem quendam particularum dicis habere.* Tú máht mêr chéden ételicha órdinháftigî uuésen dero téilo. *Idcirco quod temporis hoc quidem prius est. illud vero posterius.* Fóne díu dáz éin téil des zîtis er íst. ánderiz tára nâh. *Sed et de numero similiter.* So máht tu óuh chéden fóne dero zálo. táz sî ordinem hábe. *Eo quod prius numeretur unus quam duo. et duo quam tres.* Uuánda éin in zálo êr ist tánne zuéi. únde êr zuéi dánne dríu. *Et ita ordinem quendam habebunt. positionem vero non multum.* i. non omnino *accipies.* Únde îo sô hábint sîe ordinem. léger stát nehéina. *Sed et oratio similiter.* Sólih ist óuh oratio. *Particulae enim eius nihil partiuntur.*

i. *nequaquam permanent.* Íro téil ne stânt in stéte nîeht. s. dánne síu gespróchen uuérdent. *Sed dictum est et non potest hoc amplius sumi.* Núbe hína íst. sô iz kespróchen uuírdet nóh tánne nîeht mêr ne mág kezéigôt uuérden. uuâr iz sî dáz târ kesprochen uuárd. *Quapropter non erit positio particularum eius. si quidem nihil partiuntur.* Pedíu neíst nehéin gelégenî íro téi|lo. sîd síu ne uuerênt. 50

Conclusio sententiae.

Alia itaque constant ex particulis quae in eis sunt positionem ad se invicem habentibus. Alia autem ex non habentibus. Fóne díu ist aleuuâr. dáz súmelîche quantitates pestânt fóne íro téilin. éin ánderên éteuuîo lígendên. sumelîche fóne únlígendên.

Quae quantitates non propriae dicantur.

Propriae autem quantitates. hae solae sunt. Échert tíse síbene sínt fúrenómis quantitates. *Alia vero omnia secundum accidens.* Álliu díu ánderiu. s. díu in ánderên cathegoriis míchelíu álde lúzelíu héizint. tíu héizint nâh tísên. Tísên síbenen sínt keméine námen. magnum. parvum. multum. exiguum. longum. breve. Spríchet man díe namen. fóne ánderen díngin. díen ne sínt síu nîeht éigin. síu sínt nâh tísên dánne sô gehéizên (sic). *Ad haec enim aspicientes. et alias dicimus esse quantitates.* Tísiu síbeniu méinende. spréchên uuír díe námen. óuh fóne ánderên díngin. díu quantitates nîeht ne sínt. *Ut multum dicimus album. eo quod superficies multa sit.* Álsô uuír chéden míchela uuîzi. dâr daz féld mícheliz íst. *Et actio longa. eo quod tempus longum et multum sit.* Unde uuir chédên. lángiz uuérh. uuán (sic) díneur íst lángiu íst. únde des zîtis filo íst. *Et motus multus.* Unde chédên míchel rûra. | dáz íst lángêr lóuft. uuánda daz zît lángiz íst. 51 *Neque enim horum singulum per se quantitas dicitur.* Nehéin déro díngo ne héizit túrh síh míchel álde láng. *Ut si quis assignet quanta sit actio. tempore diffiniet annuam vel sic aliquo modo assignans.* Álsô dâr ána skînet. táz tér dia lángsami des uuérchis zéigôt. sîa zéigôt mít temo zîte. únde chît iz éin iâruuérh sî. álde éteuuîo. *Et album quantum sit assignans. superficiem definiet.* Únde uuîo fílo dero uuîzi sî ságende. knôt mézôt er daz uéld. *Quanta enim superficies fuerit. tantum esse album dicet.* Sô míchel daz uéld íst. sô míchela ságêt er uuésen dia uuîzî.

Conclusio.

Quare solae proprie. et secundum se. ipse quantitates dicuntur. quae dictae

sunt. Fóne díu heizet man síe síbene dúrh síh quantitates. *Aliorum vero nihil per se. sed* dicuntur forte *per accidens.* Ánderiu díng ne hábint íro námin. únde íro adiectiva nîeht túrh síh. síu hábint sîe fóne ín. Sîe sínt íro accidentia. sîe sínt íro geuérten. Ánderiu díng ne múgen âna sîe sîn. Álsô an substantiis sínt quantitates. sô sínt an quantitatibus qualitates. únde actiones. únde passiones. Uuíle dû chéden. úbe daz sô íst. tánne 52 neíst ín quantitas accidens. sîe sínt mêr íro accidentia. táz | íst aluuâr. Áber dáz fóne ándermo úngeskéidin íst. táz mág îo héizin sîn accidens. Mán chît óuh in grammatica. dáz persona sî accidens verbi. uuánda sî fóne ímo úngeskéiden íst. áfter uuârhéite. sô ist actio. únde passio dero personae accidens. pedíu ist óuh verbum accidens personae. Nû éigin gelírnet táz longa actio. multa aegritudo. motus multus. calor magnus. album multum. multa patientia. magna sapientia. timor magnus. fletus multus. únde dára gágene. i. e contrario. parva scientia. exiguum munus. modicus gustus. brevis delectatio. pauca retributio. únde ál dáz sô getâna. síhet ze dìen gezáltên síben quantitatibus. Uuánda sîe sínt magnae parvae. multae paucae. breves et longae. pedíu gébent sîe iz ánderên.

Hinc iam proprium quantitatis requiritur. primum ex eo quod nihil ei est contrarium.

Amplius. Lírne nóh páz pechénnen quantitatem. *Quantitati nihil est contrarium.* Nieht ne íst uuíderuuártigis quantitati. *In diffinitis enim manifestum est. quod nihil est contrarium.* Án dîen geuuíssôten síbenin. íst iz óffen. *Ut bicubito et tricubito vel superficiei. vel alicui talium nihil est contrarium.* Álso zuéio élne méze álde drîo elne méze. álde dero óbeslíhti. únde dîen sô getânên. uuíderuuártîgis nîeht ne íst. |

53 Adiectiva non esse quantitatis.

Nisi multa paucis dicat quis esse contraria. vel magnum parvo. Mán ne chéde mánig unde lúzzel. uuésen uuíderuuártîg. *Horum autem nihil est quantitas. sed magis ad aliquid sunt.* Tíu ne sínt áber nîeht quantitas. síu sínt ad aliquid. *Nihil enim per se ipsum magnum dicitur. sed ad aliquid refertur.* Nehéin díng ne héizit túrh síh míchel. íz síhet îo zu éinemo ándermo. *Nam mons quidem parvus dicitur. milium vero magnum.* Táz skînet. uuánda man den bérg chît lúzzelin. éin hírse chórn mícheliz. *Eo quod hoc quidem.* s. milium *sui generis maius sit. illud vero.* s. mons *sui generis minus.* Táz íst fóne díu. uuánda der bérg uuíder ánderên lúzzelêr

íst. taz hírse chórn uuíder ánderên déro sláhto chórnin mícheliz íst. *Ergo ad aliud est eorum relatio.* Târ skînet táz man sie mízet ze ándermo. *Nam si per se ipsum. parvum. vel magnum diceretur. numquam mons parvus milium vero magnum diceretur.* Uuánda úbe míchel únde lúzzel dúrh síh kespróchen uuúrtîn. sô ne uuúrte nîomer bérg kehéizin lúzzelêr. hírse chórn mícheliz. *Rursus in vico quidem plures esse homines dicimus. in civitate vero paucos. cum sint eorum multiplices.* Áber chédên uuír mánige uuésen in demo dórf. únmanige ín dero búrg. dánne íro dóh dára uuídere mánigfált íst. Et in domo | quidem multos. in theatro autem paucos. cum sint plures. Álso chédên uuír mánige sîn ín demo hûs. únmanige in uuárthûs. sô íro dóh mánigeren sínt. *Amplius.* Lóse nóh. *Bicubitum vel tricubitum et unum quodque talium quantitatem significat. Magnum vero vel parvum non significat quantitatem. sed magis ad aliquid. quoniam ad aliud spectat magnum et parvum. Quare manifestum est. quoniam haec sunt ad aliquid.* Zuéio élnîg álde drîo élnîg. únde ál daz sô getân. únde sô geuuís íst. táz pezéichenit quantitatem. táz ne tuôt áber nîeht míchel únde lúzzel. Uuío dánne? Síu bezéichenint mêr ad aliquid. Táz íst fóne díu óffen. uuánda síu séhint án ándir. Tíu án ánder séhent. tíu ne uuérdint nîeht túrh síh fernómin. 54

Adiectiva videri et non esse contraria.

Amplius. Sive aliquis ponat haec esse quantitates. sive non ponat. nihil eis erit contrarium. Mán chéde. álde ne chéde síu uuésen quantitates. ín ne íst îo dóh nîeht contrarium. *Quod enim non potest sumere per se ipsum. sed ad solam rationem alterius refert. quomodo huic erit aliquid contrarium?* Táz er dúrh síh fernémin ne mág. ér ne chêr iz unde rérte iz ze éinemo ándermo. uuáz mág témo sîn contrarium.

Propositio.

Amplius autem. *Si erunt magnum et parvum contraria. continget idem ipsum simul contraria recipere. et ea ipsa sibimet esse contraria.* Súlen síu benôte sîn | contraria. sô uuírdit îo uuéderiz ímo sélbemo uuíderuuártîg. 55

Assumptio.

Contingit enim simul idem parvum esse et magnum. Éin díng uuírdet ófto eruáren. taz pédiu ist ióh míchel ióh lúzzel. *Est enim aliquid. ad hoc quidem parvum. ad aliud vero hoc idem magnum.* s. ut mons. Uuánda ételîh tíng íst míchel gágen éinemo. lúzzel gágen ándermo.

Conclusio.

Quare idem parvum et magnum et in eodem esse tempore contingit. Fóne díu geskíhet tánne éin sámint sîn míchel únde lúzzel. *Quare simul contraria suscipit.* Sô nímet iz óuh án síh zuéi contraria.

Refragatio conclusionis.

Sed nihil est quod videatur simul contraria posse suscipere. Uuîo mág áber dáz sîn? nîo uuíht ne uuírdit fúnden. dáz zuéi contraria sámint tráge. *Ut substantia susceptibilis quidem contrariorum esse videtur. sed nullus et sanus et aeger est. nec albus et niger simul.* Álsô iz skînet án substantia. Si mág trágin zuéi contraria. áber dóh sámint ne íst nioman sîeh únde gesúnde. uuîz únde suárz. *Nihilque aliud simul contraria suscipiet. et eadem. i. nec eadem sibi ipsi contingit esse contraria.* Nóh âne substantiam ne uuírdit fúnden. dáz sámint tráge zuéi contraria. nóh nîomer ne geskíhet éin uuésen péidiu.

Item propositio.

56 *Nam si est magnum parvo contrarium. ipsum autem idem* | *simul est parvum et magnum. ipsum sibi erit contrarium.* Íst míchel únde lúzzel uuíderuuártîg. únde mág éin uuésen béidiu. sô íst éin ímo sélbemo uuíderuuártîg.

Assumptio.

Sed impossibile est ipsum sibi esse contrarium. Nû ne mág táz sîn. dáz éin díng uuíder ímo sélbemo sî.

Conclusio.

Non est igitur magnum parvo contrarium neque multum exiguo. Pedíu ne íst contrarium míchel únde luzzel. fîlo demo gôregin. *Quare si non relativorum haec quilibet dicat. tamen quantitatis nihil contrarium habebit.* Fóne díu. uuíle óuh îo man strîtin. táz tísiu adiectiva ne sîn relativa. nóh tánne ne hábit îo quantitas. nehéinin uuíderuuárten. ([1])

Locum falso contrarium sibi videri.

Maxime autem circa locum videtur esse contrarietas quantitatis. Íst tehéin uuíderuuártigî quantitatis. tíu sól án loco sîn. sî ist íro gelîchista. *Sursum enim ad id quod deorsum est. contrarium ponunt.* s. philosophi. *quod in medio est deorsum dicentes. eo quod multa medii distantia ad terminos mundi sit.* Tîe uuîsegérnin chédint. uuíderuuártîg uuésen daz óbenân ist. témo

---

([1]) Es steht uuíuuárten.

daz nídenân íst. nídenân héizende dáz in míttemo hímele íst. târ díu érda líget. Táz chédint sie fóne díu. uuánda míchel uérri ist ist tes mítten. dâr díu érda stíllo liget. ûf ze énde dirro uuérlte. târ der hímel suéibôt. *Videntur autem et aliorum contrariorum diffinitionem ab his proferre.* Sîe 57 uuéllen óuh ánderro contrariorum pechénneda némin fóne dísên contrariis. Quomodo? *Quae enim multum a se invicem distant eorum quae de eo genere sunt. contraria determinant.* Tíu síh filo hárto skéidint. únde ío dóh chómen sínt fóne éinero mûotir. álso uuîz ûnde suárz sínt. fáreuua íst íro mûotir. díu héizint sie contraria. Uuánda áber locus genus neíst. nóh sursum únde deorsum sîniu species ne sínt. pedíu ne uuírdit nîomer locus loco contrarius. Sursum únde deorsum pezéichenint ín stéte. náls sélbûn dia stát. i. in loco. et non locum. Fóne díu íst íro genus ubi. dáz tir chît uuâr. álde in uuélero stéte. táz íst éin ándir cathegoria.

Quaeritur adhuc proprium in eo quod in est omni secundum soli. *Sed non videtur quantitas suscipere magis et minus. Ut bicubitum.* Quantitas ne mág oúh nîeht uuérdin dáz sî íst. mêr álde mín. Álso daz zuéi élne méz ne mág. *Neque enim est aliud alio magis bicubitum.* Uuánda éin ne uuírdit mêr dáz iz ist. tánne daz ánder. Uuîo mág éin bicubitum mêr bicubitum sîn. dánne ánderiz? *Neque in numero.* Nóh in zálo ne uíndist tû is mêr dánne in méze. Id est. non recipit numerus comparationem. sicut nec mensura. *Ut ternarius quinario.* Álsô dríu. mín nóh mêr ne héizint zála. dánne uínuiu. *Nihil enim magis tria | dicentur.* Mêr dríu 58 ne chídit nîoman. *Nec potius tria quam tria.* Nóh éiniu dríu. mêr dánne ánderiu dríu. *Nec tempus aliud alio magis et minus dicitur.* Nóh éin zît ne chídit man uuésen mêr zît álde mín. dánne daz ándir. *Nec in his quae dicta sunt.* i. septem quantitatibus *omnino magis et minus dicitur.* Nóh in állen síbenin ne chídit man mêr álde mín. *Quare non suscipit quantitas magis et minus.* Pedíu ne uuírdit quantitas mêr nóh mín. Síu uuírdit áber mínnera únde mêra. i. maior et minor. ut ternarius numerus maior est binario. et bicubitum minus est tricubito. et annus longior est mense. Idem quoque evenit in substantia quia et homo maior est homine non autem magis.

Ecce proprium. quod in est soli et omni et semper.

Proprium autem maxime quantitatis est. quod aequale et inaequale dicitur. Táz íst áller éiginháftista quantitatis. táz man chît ébinmíchel únde ún-

ébinmíchel. álde gemâze únde ungemâze. *Singulum enim earum quae dictae sunt quantitatum. et aequale dicitur et inaequale.* Téro síbin quantitatum îo gelicho chît man ébenmíchel únde únébenmíchel. *Ut corpus aequale et inaequale. et numerus aequalis et inaequalis dicitur. et tempus aequale et inaequale.* Álso man chît. ébinmíchel únde únébin míchel héui. 59 ún|de zála unde zît. Sed pro his nos dicimus íz íst ébinhéuîg. íro íst ébin mánig. ís ist nû ébin láng. álde ne íst. *Similiter autem et in aliis quae dicta sunt singulis. et aequale et inaequale dicitur.* Ze déro sélbûn uuîs chídit man aequale et inaequale. óuh án dîen ánderên quantitatibus dîe genémmit sínt. *In caeteris vero quae quantitates non sunt. non multum.* i. non omnino *videtur aequale et inaequale dici.* Án ánderên díngin. díu quantitates ne sint. ne chídit man bóre uuéigiro. id est ne sól man chédin aequale et inaequale. *Namque affectio aequalis et inaequalis non multum dicitur. sed magis similis. Et album aequale et inaequale non multum sed simile.* Qualitates. sô affectio unde album íst. dîe héizint réhtôr similes tánne aequales. *Quare quantitatis proprium est aequale et inaequale dici.* Pedíu íst éigin quantitatis. kemâze únde úngemâze.

Explicit.

Linea uuírdit kedíutit réiz únde zîla. únde rîga. unde stríh. únde dúrhgáng. Superficies héizit óbeslíhti. únde ûzenáhtîgi. Corpus sive solidum. mág héizin héuî. únde dícchî. Si autem fit adiectivum. dicimus solidum. erháueniz. dícchiz. ólangiz. dáz chît álegángiz. únholiz féstiz. Linea subalternum genus est eius species sunt recta. curva. torta. in hunc modum. |

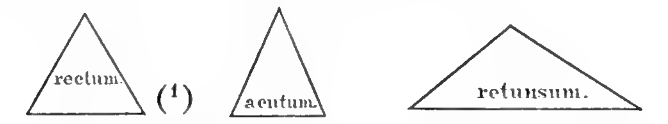
60



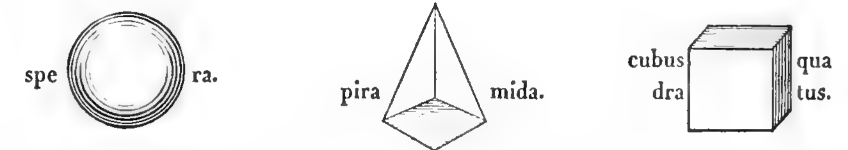
Superficies quoque subalternum genus est. cuius species sunt. circulus. trigonum. tetragonum. pentagonum. exagonum. et deinceps in hunc modum.



Harum quoque figurarum sunt plurimae species. ut trianguli species sunt. rectum. acutum. obtunsum. in hunc modum.



Quae in geometrica discendae sunt. Solidum corpus subalternum similiter est. Species eius sunt. spera. i. species rotunda. piramida. cubus. in hunc modum.



Locus non videtur genus esse. Dubitatur quoque an species dici debeat. Nam si totus mundus unum corpus est. locum quoque tantum unum habent omnia deinde quae inveniuntur in eo. i. in mundo. partes eius sunt. in quibus et partes loci sunt. Ad hunc modum. Locus quoddam individuum est. et non potest species dici. Si autem tot loca sunt quot corpora. magis videtur locus esse species. et habere individua singulorum corporum loca. Quid autem tempus? Tempus est protractum spacium ab initio mundi. usque ad finem. quod quia continuum est. non potest species dici. sed quoddam individuum. cuius partes sunt | praeteritum. et 61 futurum. Praesens autem. ut aristotiles docuit. in modum puncti. terminus quidam est praeteriti et futuri. et non pars. Partes autem praeteriti et futuri sunt. secula. et aetates. et anni. et menses. dies et noctes. Quae sicut in praeterito fuerunt. ita et in futuro erunt. Et si praesens in eis requiris. praesentem annum et praesentem diem reperies. ipsum praesens in eis minime comprehendis. Numerus vero maxime subalternum genus esse dinoscitur. quia et sub ipso sunt genera. Sunt enim eius primae species. par et impar. i. keràd únde úngerad. Deinde paris sunt. species tres. et item inparis tres. quae in arithmetica discendae sunt. Oratio non minus subalternum generis dicenda est. Eius sunt principales species. V.

---

(1) Ist nicht als rechtwinkliges, sondern, wie hier, als gleichseitiges Dreieck im Codex gezeichnet.

Enuntiativa oratio. Depraecativa. Imperativa. Optativa. Vocativa. Item earum sunt plurimae species ut in peri ermeniis legitur. ut enuntiativae sunt. affirmatio et negatio.

Incipit ad aliquid et de relativis quantitatibus.

Ad aliquid vero talia dicuntur. quaecunque aliorum dicuntur id quod sunt. Sóliu uuórt héizent ze éteuuîu. tíu ánderro sínt. táz síu sínt. unde ánderro héizint. *Vel quomodo libet ad aliquid aliud.* Álde éteuuío gespróchin uuérdent ze éinemo ándermo. *Ut minus alterius dicitur id quod est.* | 62 *Aliquo enim maius dicitur.* Álso daz mêrôra. éines ánderis merôra héizet. íz chît man îo éteuués mêrôra. Táz iz íst. únde dáz iz héizet. táz íst éines ánderis. *Et duplum alterius dicitur. id quod est. Alicuius enim duplum dicitur.* Táz óuh zuíuált héizet. táz héizet éinis ánderis zuíuált. Táz iz íst. táz chît man sî eines ánderis. Íz íst éteuués zuíuált. íz héizet óuh éteuués zíuuált (sic). *Similiter autem et alia quaecunque sunt eiusmodi.* id est quaecunque per se non possunt intelligi. relativa sunt. Tíu dúrh síh ne múgin uernómin uuérdin. díu séhint ze ánderên. ze dîen siu gespróchin uuérdint.

Quare dictum sit quomodo libet.

Zíu chád er. aliorum dicuntur. vel quomodo libet ad aliud? Uuánda relativa súmelichíu séhint ze genitivo. ut duplum simpli. Súm ze dativo. ut par pari. Súm ze ablativo sine praepositione. qui septimus dicitur. ut maior minore. Áber ze accusativo ne séhint siu. âne praepositionem ad. Uuélih gágensíht. i. uuélih relatio íst án zuéin accusativis. sô man chît magnum parvum? Sézze praepositionem ad. úndir zuískên. únde chíd magnum ad parvum. táz íst réhtíu relatio. Târ mítte hûte gnôto. uuénne díu conversio sî gelîchero casuum. uuénne úngelîchero. Pater filii. filius patris. dominus servi. servus domini. duplum simpli. simplum dupli. 63 chúmit kelîcho | án demo úmbechêre. uuánda béidin hálb genitivus inchît nominativo. Sensus vero sensibilis rei sensus est. et sensibilis res sensu sensibilis est. item. scientia scibilis rei scientia est. et scibilis res scientia scibilis est. hábint úngelîchin úmbechêr. uuánda dîe zuêne nominativi sensus únde scientia. éiscônt genitivum. ábir dîe ánderen zuêne nominativi. sensibilis únde scibilis. éiscônt septimum casum. Nû chît man óuh latine. duplum ad simplum. simplum ad duplum. únde duplum simplo. únde simplum duplo. Tára nâh múgin uuír téutones chédin des scálchis hêrro.

des hêrrin scálhc. des fátir sún. des súnis fátir. ze gelîchero uuîs. Ábir zuíuált ne múgin uuír nîeht sprêchin. ze démo genitivo sînis oppositi. uuánda nîoman ne chît. lége zuíuált hálblîchis. ér chît áber. lége zuíuált gágin hálblih. únde hálblih gágin zuíuált. Ferstántníssedo. únde uuízentheíte. i. sensui et scientiae. ne sínt opposita nomina nîeht in díutiscûn fúndin. zû dîen man síu spréche. uuír múgin dóh. fernémin an in relationem. Sîd uuír chédên. ih ferstân des tingis. sô múgin uuír uuízin. dáz ferstántnisseda íst. tés man ferstân mág álso uuír latine chédèn sensus est sensibilis rei. i. quae potest sen|tiri. Únde dára gágene dés man uerstân mág. uuánnan íst táz? mit uuíu mág man is ferstân? mít ferstántníssedo. Álso iz óuh latine chît sensibilis res sensu sensibilis est. Uuízinthéit ist óuh. tés man uuízin mág. únde dáz man uuízin mág. táz íst sólih fóne uuízentheíte. Sequitur. 64

De relativis verbalibus.

At vero sunt etiam et haec ad aliquid. ut habitus. affectus. disciplina. positio. Hába únde ánagehéfteda. únde zúht. únde sézzi. tíu séhent óuh ze ánderên díngin. Féstiu hába. dáz íst habitus. únfestiu. dáz ist affectus. *Haec enim omnia quae dicta sunt. hoc ipsum quod sunt aliorum dicuntur. et non aliter.* Tísiu álliu sínt sô genámôt. táz síu ánderro sîn. táz síu sínt. náls túrh síh. *Habitus enim alicuius est habitus. et disciplina alicuius disciplina. et positio alicuius positio.* Hába ne mág sîn. sî ne sî éteuués hába. nóh zúht nóh sézzi. Hába íst hábamáhtîgis tíngis. únde daz habe máhtîga. íst fóne hábo hábemáhtîg. Sic latine dicitur. habitus habilis rei habitus est. et habilis res habitu habilis est. Zúht ist zúhtîgis. Taz zúhtîga. íst fóne zúhte zúhtîg. Sicut latine disciplina disciplinati disciplina est. et disciplinatum. disciplinatum est disciplina. | Sézzî ist gesáztis. Táz kesázta íst fóne sézzi kesázt. Ut positio positae rei est. et positum positione positum est. *Sed et alia similiter.* s. alicuius sunt. ut affectio et dispositio. Fóne dîen tuôt man súmelîcha conversionem. Ánahéfteda íst ánageháftis tíngis. Taz ánageháfta. íst fóne ánagehéftedo ánageháft. Sicut et latine affectus vel. affectio affectae rei est. Affectum autem. affectu vel affectione affectum est. Affectio únde dispositio. íst ál éin. sô únsih boetius lêrit. Ábir dóh zuéi participia affectus et dispositus. ne hábint nîeht kelîcha constructionem. apud latinos. Sîe chédint dispositus ad illam rem. affectus illa re. dispositus ad grammaticam. affectus grammatica. Uuír 65

múgin chédin. dara zû beskériter. dara zû geháftêr. ze gramatiche beskéritêr. ze gramatiche geháftêr. ([1]) Áber déro díutiskûn uuírdit sâr uuehsel. sô uuír chédên dispositus ad calorem. affectus calore. Târ múgin uuír fone béidên gelîcho chédin. uuármentêr. álde éteuuáz uuárm uuórtenêr. álde sâmo uuármdêr. Similiter dispositus ad nigredinem. affectus nigredine. suárzentêr. éteuuáz suárzêr. sâmo suárztêr. *Ad aliquid ergo sunt. quecunque id quod sunt. aliorum dicuntur. vel quomodo libet. Aliter* 66 *ad aliud sunt.* Nû sínt îo | díu ad aliquid. díu ánderro sint. táz siu sínt. álde ze ánderên éteuuîo séhent. *Ut mons magnus dicitur. ad montem alium.* Álso míchel bérg kenámôt uuírdit. éin gágen ándermo. uuánda míchel bérg. neíst nîeht lúzzelis. núbe gágin lúzzelmo. *Magnum enim aliquid dicitur. et simile alicuius simile. et omnia talia similiter ad aliquid dicuntur.* Míchel únde gelîh. únde álliu sô getâniu uuórt. sint îo ad aliquid.

De speciebus positionis.

Sunt autem accubitus et statio. et sessio positiones quaedam. Táz lígin. únde daz stân únde daz sízzen. tíu sínt species positionis. Álso dispositio íst applicatio. sô íst áber positio collocatio. Éniz íst zûobîetunga. únde zûofûogi. tíz íst kestélleda únde sézzi. Tér diu species ne bechénne fóne ín sélbên. dér bechénne síu fóne íro genere. i. positione. *Positio vero ad aliquid est.* Álso dáz genus íst. sô sínt óuh tíu species. Latini chédint. statio stantis est. et qui stat. statione stat. Témo gelîcho múgin uuír chédin teutonice. Taz stân íst des stântin. únde der stânto. íst fóne stânne der stânto. Sô íst óuh légir lígentis únde sízzen sízentis. Únde dára gágane (sic). lígendêr únde sízzentêr. íst fóne lígenne. únde fóne sízzenne. *Ia-* 67 *cere autem vel stare vel sedere. ipse quidem non sunt posi|tiones. denominative vero ab his quae dictae sunt positiones nominantur.* Lígen. stân. sízzen. sô síu verba sínt. infinitivi modi. Tánne ne sínt síu nîeht positiones. síu sínt genámôt fóne dîen positionibus. únde bezéichenint situm náls ad aliquid.

Incipit quaerere proprium ex contrarietate.

Inest autem et contrarietas in relatione. Án dien relativis íst óuh contrarietas. *Ut virtus vitio contrarium est. cum sit utrumque ad aliquid.* Álso

---

([1]) Es steht heháftêr.

túgid âchustin uuíderuuártîg íst. tánne síu béidiu sîn relativa. *Et disciplina ignorantiae.* únde gelírnúnga únchunnûn. *Non autem omnibus relativis inest contrarietas.* Tóh neíst iz in állên nîeht geméine. *Duplici enim nihil est contrarium. neque vero triplici. neque ulli talium.* Zuíuáltemo unde tríuáltemo. únde anderen sólên ne mág nîeht uuíderuuártîgis sîn.

De magis et de minus.

Videtur autem et magis et minus relativa suscipere. Nû íst óuh quís relativa múgin uuáhsen únde suînen. *Simile enim magis et minus dicitur. et inequale magis et minus dicitur.* kelîchera únde úngelîchera. únde úngemâzera díz tánne éniz chît man. dánne síu béidiu sîn ad aliquid. *Simile enim alicui simile dicitur. et inaequale alicui inaequale.* Uuánda síu relativa sint. pedíu chît man. kelîh íst | kelîchemo gelîh. únde úngemâze íst 68 éteuuémo úngemâze. *Non autem omnia relativa suscipiunt magis et minus.* Táz neíst in óuh nîeht állên geméine. *Duplex enim non dicitur magis et minus duplex nec aliquid talium.* Uuánda zíuuáltera únde únzíuualtera ne chît nîoman. nóh sólchês nîeht.

Quod non semper idem casus respondeat in conversione.

Omnia autem relativa ad convertentia dicuntur. ut servus domini servus dicitur. et dominus servi dominus. et duplum dimidii duplum. et dimidium dupli dimidium. et maius minore maius. et minus maiore minus. Similiter autem et in aliis. Álliu relativa uuérdint kespróchen gágen dîen. mít tîen síu úmbe gânt. álso án dîen genámdên exemplis skînet. únde állên sô getânên. *Sed casu* (sic) *aliquotiens differt* (sic). *secundum locutionem.* Áber án demo gechôse. míssehillet ófto der casus. téro conversionis. *Ut disciplina disciplinati dicitur disciplina. et disciplinatum disciplina disciplinatum. et sensus sensati sensus. et sensatum sensu sensatum.* Tíu uóre gespróchenen. séhent ze genitivo. Án demo úmbechêre. stât áber septimus casus. fúre genitivum. Tés íst târ uóre gnûege geságet.

Quomodo relativae substantiae assignandae sint.

At vero aliquotiens non videbitur converti. i. non potest converti. *nisi convenienter ad quod | dicitur assignetur.* hoc est. si non convenienter ad quod 69 de opposito suo praedicetur. Relativum ne mág nehéinêst úmbegân. iz ne uuérde uóne sînemo réht scúldîgin opposito gespróchen. *Si peccet is qui assignat.* Úbe der míssegrîfet. tér iz hínaságet. ze démo únscúldîgen. sô ne gât iz umbe nîeht. *Ut si ala assignetur avis. non convertitur ut sit*

avis alae. Álso der úmbegáng nîomer uuâr ne uuírdit. úbe man chît. fétâh fógeles. táz óuh fógal. fétachis sî. *Neque enim prius convenienter assignatum est ala avis.* Fóne díu ne gât iz úmbe. uuánda úbelo geuállet fóre ze chédenne fétah íst fógalis. sámo so er ánderis ne sî âne uógalis. *Neque enim in eo quod avis est. in eo ala eius dicitur.* Uuánda in dîen uuórten uétâh kespróchen ne uuírdit. tára zûo séhendo. daz fogal íst. *Sed in eo quod alata est.* Núbe in dîen uuórten. i. tara zûo séhendo. daz er geuétahôtêr ist. Chédên sô. dóh iz kénge ne sî. *Multorum enim et aliorum alae sunt. quae non sunt aves.* Fóne díu neíst nîeht ze chédenne. féttâh fogeles. uuánda fetâcha óuh sínt ánderro animalium. tíu uógela nîeht ne sínt. *Quare si assignetur convenienter. et convertitur.* Fóne díu. úbe iz réhto gespróchen uuírdet. sô gât iz óuh úmbe. Uuîo sól man chéden? *Ala alati ala est. et alatum ala alatum est.* Féttâh íst îo geuéttachôtis. únde | daz geuéttachôta íst fone uéttâche geuéttachôt.

Licentia fingendi nomina.

Aliquotiens autem forte et nomina fingere necesse erit. si non fuerit positum nomen. ad quod convenienter assignetur. Uuóla mág kebúrren. daz ióh uuîlôn dúrft uuírdet. níuuen namen ze uíndenne. úbe dér êr uúnden ne uuárd. ze démo iz kelímflîcho gespróchen uuérde. *Ut non erit conveniens assignatio. si remus navis assignetur.* Álso dáz úngelímflîh ist. táz man chéde. daz rûoder ist îo skéfis. *Neque enim in eo quod est navis. in eo eius remus dicitur.* Uuánda dára zûo séhendo. dáz iz skéf íst. ne chídit nîoman daz iz sîn ruoder sî. sámo so síu zuéi îo sámint sîn. *Sunt enim naves. quorum remi non sunt.* Skéf sínt cnûegiu. âne rûoder. tíu man drîbet mít scáltôn. i. conto subiguntur. *Quare non convertitur. Navis enim non dicitur remi navis.* Fóne díu ne mág iz úmbe gân. uuánda sô getân skéf. ne héizet nîeht rûoder skéf. íz héizet. scáltskéf. *Sed forte convenientior assignatio erit. si sic quodam modo assignetur remus remitae. aut quoquomodo aliter dictum sit.* i. dictum fuerit. Íz keuállet áber báz. úbe man chît. rûoder des kerûoderôtin. álde so uuîo iz ánderis mág kespróchen uuérden. *Nomen enim non est positum.* ímo neíst námo uúndenêr na. *Convertitur enim si convenienter assignetur.* Íz kât îo dánne úmbe. úbe iz bíldlîcho gespróchen | uuírdet. *Remitum enim remo remitum est.* Uuánda gerûoderôt. íst îo uone rûodere gerûoderôt. *Similiter autem et in aliis.* Sô uérit iz óuh án dîen ánderên relativis substantiis. *Ut caput convenien-*

tius assignabitur capitali. quam si animalis assignetur. Álso báz keuállet ze chédenne. hóubet tes hóubetáhten dánne animalis. Uuánda dóh iz uuâr sî. íz ne gát so úmbe nîeht. *Neque enim in eo quod animal est. caput habet.* Nóh iz ne habit nîeht hóubet. fóne dero nôte dáz iz animal ist. *Multa enim sunt animalia capita non habentia.* Animalia sínt enûegíu hóubetlôsiu.

Nova nomina unde sint trahenda.

Sic autem facilius fortasse sumitur nomen. quibus non est positum. Nû uuâno íh sképfet man bechâmost namen. tîen er uóre geskáfen ne uuás. *Si ponantur nomina. ab his quae prima sunt.* i. primitiva. *et ab his ad quae convertuntur.* Úbe sîe ín geskáfen uuérdent. fóne dîen primitivis. íh méino dîen. zû dîen sîe bechêret uuérdent. *Ut in his quae praedicta sunt. ab ala alatum. a remo remitum.* Álso alatum uuírdet fóne ala derivatum. únde remitum uuírdet fóne remo derivatum. *Omnia ergo quae ad aliquid dicuntur. si convenienter assignentur. ad convertentia dicuntur.* Álliu relativa sínt tánne gespróchen ze íro gágenchértên. úbe síu réhto gespróchen uuérdent. *Nam si ad quodlibet aliud assig|netur. et non ad aliud dicatur. non convertuntur.* 72 Úbe iz kespróchen uuírdet ze ándermo dánne ze démo scúldigen. sô ne gânt síu nîeht úmbe.

De inconvenientia relativae praedicationis.

Dico autem quoniam neque eorum. quae indubitanter convertibilia dicuntur et nomina eis posita sunt. nihil convertitur. si ad aliquid eorum quae sunt accidentia assignetur. et non ad ea ad quae dicuntur. Ferním uuóla. daz nóh téro nehéin. ne uuírdet peuuéndet. tíu guísse uuéndelínga sínt. únde ín námen uúndene sínt. úbe man síu sprîchet. ze dîen míte gâenden. náls ze sélben dîen. ze dîen síu séhent. *Ut servus non convertitur. si non assignetur servus domini. sed hominis aut bipedis. aut alicuius talium.* Álso servus íst éin guíssêr uuéndelíng. únde dóh nîeht ne uuírdet úmbe beuuéndet. úbe ér geságêt ne uuírdet uuésen domini. unde ér áber geságêt uuírdet uuésen hominis. aut bipedis. Homo únde bipes. tíu gânt îo míte. So uuâr servus íst. târ íst óuh homo. unde bipes. únde rationabile. únde risibile. únde mánigíu sô getâníu. mít téro nehéinemo ne uuírdet er úmbe beuuéndet. tóh guís relativum sî. Uuîo mag tánne remus únde ala. díu zîuualîgerin (sic!) sínt hábin conversionem. úbe siu ne uuérdent kespró-

chen. ze íro gegátên. Sequitur. *Non enim conveniens assignatio.* Sólih assignatio ne geuállet nîeht. s. pedíu ne gât si úmbe.

73 Item de requirenda con|venientia assignationis.

Amplius. Si convenienter assignetur quod dicitur. ad id. s. cum quo convertitur. Úbe áber dáz kespróchena dára gespróchen. uuírdet únde gezeichénit (sic). tára iz sól. *omnibus aliis circumscriptis.* i. pereuntibus *quaecunque accidentia sunt.* tíen míte gâendên állên uertîlîgòtên. *relicto solo illo ad quod assignatum est.* témo éinen unuertîligòtemo zû démo iz gezéichenit íst. *ad ipsum dicetur.* gágen démo uuírdet iz kespróchen. únde mít témo éinen bestât tiu relatio. *Ut si servus ad dominum dicatur.* Álsô îo dánne nóh tiu relatio stât. úbe servus gágen domino gespróchen uuírdet. *circumscriptis omnibus quae sunt accidentia.* mit állo zegángenên dîen. tíu ímo uólgênt. *Ut esse bipedem vel scientiae susceptibilem. vel hominem.* Álsô ímo uólgêt uuésen ménnisken únde zuíbeinen. únde gelírnîgen. *Relicto vero solo domino. semper servus ad illum dicitur.* Ne bestânde servo nîeht mêr. âne dominus ze démo íst er îo relatus. *Si vero* servus s. e contrario *non convenienter dicatur ad id. ad quod dicitur.* Úbe áber dára gágene servus kespróchen uuírdet. ze éinemo ímo úngegátemo. sô homo íst. *circumscriptis aliis omnibus.* ánderên díngen állên uertîligòtên. *relicto hoc solo ad quod assignatus est.* âne dáz eina. ze démo er gespróchen íst. íh méino 74 homine. *non dicetur ad ipsum.* ze ímo | ne hábit er îo dóh nehéina relationem. Álsô dû chîesen máht. tûe man échert sô. *Assignetur servus hominis. et ala avis.* Servus sî hominis. unde ala avis. *Circumscribatur ad dominum esse servum.* Ferságee man servum uuésen gespróchenen gágen domino. *Non enim servus ad hominem dicitur.* Túrh táz ne uuírdet îo servus nîeht relatus gágen homine. *Cum enim dominis non sit. servus non est.* Sô láng îo der dominus ne íst. servus tar míte ne ist. *Similiter et de avi.* Sô uért (sic) iz óuh úmbe avem. *Circumscribatur alatam esse. et amplius non erit ala ad aliud.* Ferságe avem uuésen alatam i. chît (sic!) taz alatum ne sî. nóh nîomer ala ne uuírdet relativa. Uuîo mág? *Cum enim non sit alatum. nec ala erit alicuius.* fétâh ne mág sîn. sô dér ne íst. tes er sî. *Quare oportet assignari ad id quod convenienter dicitur.* Fóne díu sol îo daz relativum gespróchen uuérden. dára íz zûo keuállet. *Et si sit nomen positum. facilis erit assignatio. Si autem non sit. fortasse erit necessarium nomen fingere.* Únde íst tér námo uundener. dára iz siet (sic). sô íst is

lieht (sic). Úbe daz ne íst. sô sol man in uínden. *Si autem sic reddantur. manifestum est. quoniam omnia relativa conversim dicuntur.* Tûot man daz. sô gânt siu grécho vmbe.

Quod relativa fere simul sint.

Videtur autem ad aliquid simul esse natura. Uuóla gelîh íst óuh relativa îo sáment sîn. *Et in aliis quidem* | *pluribus verum est.* Íz íst oúh uuâr án 75 állen méistîgên. *Simul enim est duplum et dimidium et cum sit duplum dimidium est.* Zuiualt unde hálblîh sínt îo sáment. únde sô daz éina íst. sò íst óuh táz ánder. *Et cum sit servus. dominus est. Similiter autem his et alia.* Únde sô servus íst. sô íst oúh dominus. Sò uérit iz óuh úmbe ánderíu. *Simul autem haec auferunt se invicem.* Síu tîlegònt óuh éin ánderíu. Tíu sámint uuérdent. tíu zegânt óuh sámint. *Si enim non sit duplum. non est dimidium. et si non sit dimidium. non est duplum.* Úbe díz ne íst. nóh éniz neíst. únde úbe éniz neíst. nóh tíz neíst. *Similiter autem et in aliis. quae cumque talia sunt.* Sò uerít íz. án sô getânen.

Excipitur scientia et scibile.

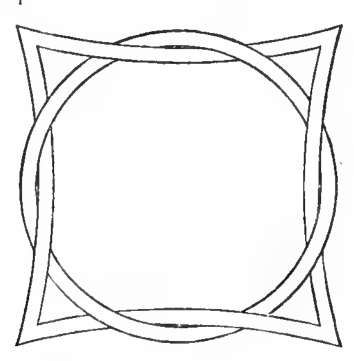
Non autem in omnibus relativis verum videtur. simul esse natura. Nû ne íst tóh nîeht uuâre gelîh állíu relativa îo sáment sîn natûrlicho. *Scibile enim scientia. prius esse videtur.* Êr. íst táz man uuízen mág. tanne uuízenthéit. *Namque in pluribus subsistentibus rebus. scientias accepimus.* Án dîen uóre uuórtenên díngin méistigên. uuúrtin sîd únsere bechenneda. i. êr uuârin állíu díng méistigíu. êr uuír íro uuúrtîn ántchúnde. Ártes tîe man chúnnin máhtî. uuâren êr. êr mán síe chóndî. *In paucis enim vel nullis hoc quis reperiet. simul cum scibili scientiam factam.* Táz kescáh nóh sélten. alde nehéinêst. táz sámint témo. dáz man uuízen mág. uuízenthéit chame. Úbe dér man chimeram | êr dâhtâ. dâr míte uuíssa ér sîa oúh. 76 Uuîo máhtâ er sîa aber [1] uuízen. sîd sî ne uuás. Fóne díu chît er vel nullis. uuánda ér is zíuuelôt (sic). Úbe ér sia uuíssi. so uuâre sî. *Amplius.* Chîesen iz nóh cnôtôr. *Scibile sublatum. simul aufert scientiam. scientia vero non aufert scibile.* Târ ána skînet. táz síu îo nîeht sáment ne sínt. uuánda úbe scibile zegât. târ míte zegât sâr scientia. zegât áber scíentia túrh táz ne zegât scibile. *Nam si scibile non sit. non est scientia. Scientia vero si non sit. nihil prohibet esse scibile.* Úbe scibile neíst. nóh scientia

---

[1] Es steht sia ber.

neíst. Ube scientia neíst. uuóla mág tóh scibile sîn. *Ut si circuli quadratura scibilis est. scientia quidem eius nondum est. illud vero scibile est.* Álsô díu sô geheîzéna geometricalis figura. chúnnemáhtîg íst. tîa nîoman nóh ne chán. unde sî dóh chúnnemáhtîg íst. Tô aristoteles tísa scríft téta. nóh tô ne chóndôn nîeht geometrici geuârên. uuîo mán circulum quadrato. ében míchel getâte. Sîd uuárd iz funden. Uuér máhtî iz áber uínden. úbe iz tíu natura ne hábeti gehâltin. hínder íro? Natura hábeta iz êr. ratio uánt iz sîd. Táz íst láng ze ságenné chît boetius. uuîo man sia máchon súle. Sî uuírdet îo dóh sô geuuorht. táz circulus únde quadratum. péidiu ín eín ánderên stânt. únde îo uuéderizében uílo gât. uzer demo ándermo. in hunc modum |





Tíu figura héizet tánne circulus quadratus. *Amplius. Animali quidem sublato. non est scientia scibilium vero plurima esse contingit.* Târ scientia íst. târ íst animal. Úbe scientia zegât. sô íst animal zegángen túrh táz ne zegât nîeht scibile. alsô numeri sínt únde figure.

Item excipitur sensus et sensibile.

Similiter autem his sese habent et ea. quae de sensu sunt. Sô iz ketân íst. úmbe scientiam. sô íst iz óuh ketân umbe sensum. *Sensatum enim vel sensibile priusquam sensus videtur esse.* Tés man uerstân mág séhendo. hôrendo. stínchendo. sméchendo. crîfendo. táz íst êr. êr sélbíu uerstántnisseda. *Nam sensatum interemptum. simul interimet et sensum. Sensus autem sensatum non simul interimet.* Zegânt allíu corpora. déro man uerstân mág. séhendo. crîfendo. smechendo. se (sic) zegéngent síu díe quinque sensus animalium. Aber quinque sensus zegangene. ne zegéngent álliu corpora nîeht. Úbe álliu corpora zegîengin. uuâr uuârin sensus tánne? *Sensus vero circa corpus. et in corpore sunt.* Sensus sínt îo mit corpore.

únde in corpore s. animalium. *Sensato autem perempto. peremptum est et corpus.* s. ani|malium. *Sensatorum enim est corpus* s. illorum. Zegânt 78 sensata i. corporalia. só zegânt animalia. uuánda síu ín íro zalo stant. Ánderis ne máhtî síu nîoman séhen. únde grîfen. *Cum vero corpus non sit.* s. sensatum. *perimitur et sensus. Quare simul perimit sensatus sensum. Sensus vero sensatum non simul perimit.* Sô gesíunlichîu ne sínt. sô neíst sélbiu gesíht. pedíu tîlegônt síu día gesíht. kesíht ne tilegôt áber kesíunlîchiu. Fóne uuîu íst taz? *Animali enim perempto. sensus quidem peremptus est. Sensatum vero erit. ut corpus calidum. dulce amarum. et alia omnia. quaecumque talia sunt.* Só animal neíst. sò ne íst óuh kesîht. áber gesíhtîgiu únde infúndenlîchíu sínt nóh tanne. Sô uuârmíu (sic) sint. únde sûezíu. únde bítteríu. únde állíu dîen gelîchíu. *Amplius. Sensus quidem cum sensato fit. simul enim animal fit et sensus.* Ételîchemo sensato íst sensus ébenált. táz sensatum íst animal. sáment témo uuírdet ér. *Sensibile vero ante est. quam esset sensus.* Sô íst áber ánder sensatum únde sensibile. áltera dánne sensus. Uuéliz íst táz? *Ignis et aqua. et alia huiusmodi ex quibus ipsum animal constat. ante sunt quam animal sit omnino vel sensus.* Elementa uóne dîen animal uuórten íst. sínt álteren dánne animal álde sensus. *Quare priusquam sensus sensibile esse videtur.* Fóne díu íst áltera sensibile. dánne sensus. Porphirius platonicus tér. isagogas sîd scréib tér ne iihet imo nîeht. Uuémo uuás iz sensibile chît er. dò sensus ne uuas? Fone | sensu íst sensibile. uuîo mág iz áber daz sîn. êr sensus 79 uuírdet? Elementa uuârin. mel únde ánderíu dulcia íóh amora uuârin. únde ne uuâren áber nîeht sensibilia. nóh scibilia. êr sensus únde scientia châmin. Fóne díu sínt állíu relativa ébenált íro oppositis. sô ímo dúnchit.

Verene sit ulla substantia ad aliquid.

Habet autem questionem an ulla substantia ad aliquid dicatur. quem ad modum videtur. an hoc contingat. secundum quasdam secundarum substantiarum. Nû íst aber gnôto ze urágênne úbe dehéin substantia ad aliquid sî. sô man uuânit únde úbe iz tóh keskéhe dehéinero déro secundarum substantiarum. *Nam in primis substantiis verum est.* Án primis substantiis flîgo íh míh tés íh ságo. Uuáz íst táz? *Nam neque totae neque partes ad aliquid dicuntur.* Nóh sîe sélben mitállo. nóh íro teil. ne séhent án ánder. *Nam aliquis homo* s. ut cato *non dicitur alicuius aliquis homo.* Cato ne

héizet nîomannis cato. nóh relative nóh possessive. *Neque aliquis bos* s. ut est catonis. *alicuius aliqui bos.* Nóh catonis rínt ne héizet sîn rínt relative. súnder possessive. Uuíle dû chéden relative catonis rínt. sô solst tû sâr chéden.ríndes cato. *Similiter autem et partes.* Táz án állemo. dáz an teile. *Quaedam enim manus* s. ut catonis. *non dicitur alicuius quedam manus. sed alicuius manus.* Catonis hánt ne héizet nîeht relative. éin éte-
80 uues hant. sî héizet possessive sîn hánt. *Et quod|dam caput. non dicitur alicuius quoddam caput. sed alicuius caput.* Únde catonis hóubet. ne héizet relative nîeht. éin éteuues hóubet. núbe catonis hóubit possessive. *Similiter autem et in secundis substantiis.* Álsô uérit iz in generibus et speciebus. *Atque hoc quidem in pluribus.* Íz íst sô án mánegên i. án ín selben. náls án íro partibus. *Ut homo non dicitur. alicuius homo. nec bos alicuius bos. nec lignum. sed alicuius dicitur possessio.* Álsô ménnisko. únde rínt. únde hólz. nîehtis ne íst. âne in dîen uuórten. dáz íz éteuues êht sî. *Atque in huiusmodi quidem manifestum est. quoniam non est ad aliquid.* Án sô getânên. íst óffen. dáz íro nehéin ne ist ad aliquid. *In aliquibus vero secundis substantiis habet aliquam dubitationem.* Án dîen partibus mág iz zuîuel sîn. *Ut caput alicuius caput dicitur. et manus alicuius manus dicitur. et singula eiusmodi.* Álsô hóubet únde hánt. únde ándere lide. éteuues héizent. *Quare. haec esse fortasse ad aliquid videntur.* Uuánda síu éteuues héizent. pédiu (sic) sínt siu gelîh tien relativis.

Non caute diffinita esse relativa.

Si igitur sufficienter eorum quae sunt ad aliquid diffinitio assignata est. s. quam ego accepi a platone. Úbe relativorum diffinitio. dâr uóre rébto getân íst. *Aut minus difficile. aut inpossibile est solvere.* Sô íst únsémfte.
81 alde | ióh únmáhtlîh ze uerságenne. *Quoniam nulla substantia eorum quae sunt ad aliquid dicitur.* Táz nehéin substantia ad aliquid kespróchen ne sî. *Si autem non sufficienter* s. dictum est a platone. ad aliquid esse quae hoc ipsum quod sunt aliorum dicuntur. Úbe áber nîeht ne gnûegta ze chédenne. tíu uuésen ad aliquid. díu ánderro héizent. táz siu sínt. Hic suspende vocem. *Sed sunt ad aliquid.* Núbe geuuârôr díu sínt ad aliquid. *Quibus hoc ipsum esse est.* Tîen dáz essentia íst. *Ad aliquid quodam modo se habere.* Síh háben ze éteuuíu. Et hic suspende. *Fortasse aliquid contra ista dicetur.* Sò uuírdet mág keskéhen besprócben tíu diffinitio. Hic depone. *Prior vero diffinitio sequitur quidem omnia relativa.* Tíu álta platonis diffi-

nitio. dîa íh fóre dírro spráh túu geréichôt ze állên relativis. s. keréichôt íoh férrôr. *Tamen hoc quod ea ipsa quae sunt.* s. relativa. *aliorum dicuntur. non est eis esse. quod sunt ad aliquid.* Táz îo dòh sélben diu relativa ánderro gehéizen uuérdent. târ in diffinitione. táz né íst ín nîeht uuésen táz siu sínt. Uuáz sint siu? Ad aliquid. Íro essentia íst. ad aliquid esse. tía ne gíbit in nîeht mít tîen uuórtin. díu platonis diffinitio. Uuánda díu dir ad aliquid nîeht ne sínt. túu uuérdent oúh kehéizen ánderro. alsô catonis bos tûot. Fóne díu ne íst táz nîeht réhto genôtmezôt. id est. bene dif|finitum. dés mêr álde mínnera uuirdet. Nû ne íst nâh tírro níuuûn diffinitione nîeht ánderis relatio. âne dés éinen haba. zû demo ándermo. Idem quaedam habitudo dupli ad simplum. servi ad dominum. patris ad filium. 82

De proprio per quod excluduntur substantiae.

Ex his ergo manifestum est. Hínnân íst óffen. Uuannan? Táz síh relativa hábint zû éin ánderên. únde îo uuéderiz infáhet sîna essentiam. uóne démo ándermo. Uuáz íst óffen? *Quod si quis aliquid eorum quae sunt ad aliquid diffinite scult. et illud ad quod dicitur. diffinite sciturus est.* Táz tér dáz éina uuéiz quísso. táz ánder uuéiz sámo guísso. Quod est. eorum proprium. quae sunt ad aliquid. Táz íst íro súndera. tés ne uermíssist tû án ín. Esse enim relativis est. ad aliquid quodam modo se habere. Palam vero et ex hoc est. Táz kíbet tíen relativis íro uuésen. únde dâr ána. íst íro uuésen. Uuâr ana? Síh haben zû éteuuíu. Tánnân íst óffen. îo béidíu uuésen ében guíssíu. *Si enim aliquis novit quiddam. quia ad aliquid est.* Uuéiz îo mán dáz éina uuésen ad aliquid. hic suspende vocem. quia pendet sensus. *Est autem esse quae ad aliquid sunt. quomodo se habet idem ad aliquid.* Sìd nû daz íro uuésen íst. uuîo daz éina síh hábe zu ándermo. taz íst interposita ratio. *Et illud novit ad quod hoc quoquo modo se | habet.* Sô uuéiz er óuh táz ánder. zû démo íz íst. éteuuío hábit. per genitivum aut per alios casus. *Si enim non novit. omnino ad quod hoc quoquomodo se habet.* Úbe er áber ne uuéiz uuára zû síh taz éina hábit. *Neque si ad aliquid quoquomodo se habet.* Sô ne uuéiz er sâr. úbe iz síh hábe ze îouuíhte. 83

Exemplum de particularibus i. finitis.

Sed in singulis hoc palam est. Nû íst tâz óffen án díen individuis. *Ut si quis hoc novit. diffinite quia duplum est. et cuius duplum est mox diffinite*

novit. Táz tér quaternarium duplum guísso bechénnet. sámo guísso bechénnet táz er binarii duplus íst. *Si vero nihil diffinitivorum novit.* Úbe ér áber án ímo nîeht quíssis ne uuéiz. *Ipsum cum duplum sit. neque si est duplum omnino novit.* Sô ne uuéiz er sâr. dóh er zuíuált sî. úbe er zuíuált sî. *Similiter autem et si novit diffinite quia hoc aliquid melius est. et quo melius est novit.* Sô íst oúh táz. Uuéiz er guísso dáz tíser mán bézero íst. sámo guísso uuéiz ér. uués bézero ér íst. Álsô mán æneam ságet uuésen pézeren. dánne mezentium. Diffinite autem nosse necessarium est. propter haec s. individua. Án díen individuis. íst íz penôte sús quís.

Non similiter in infinitis.

Indiffinite autem sciet. i. si indiffinite sciet. *quia est peiore melius.* Uuéiz er áber aeneam pézeren sô únguísso. táz er dén ne bechénnet. tés pézero 84 ér sî. *Opinione id tale | fit non disciplina.* Táz íst mêr uuân. danne gelírn únde uuízenthéit. *Non enim scivit subtiliter. quia est peiore melior.* Táz íst fóne díu. uuánda er réhto ne uuéiz. táz er bézero sî. démo uuírseren. sîd er ín kezéigôn ne chán. *Si enim sic contigit. nihil est peius eo.* Târ bézero sô únguís íst. târ ne uuírdet fúnden uuírsero. *Qua propter palam est quia necessarium est. quod quis noverit. relativorum diffinite et illud ad quod dicitur diffinite nosse.* Fóne dív íst óffen. dáz penôte dér mán tér dáz éina uuéiz quísso. sámo guísso uuéiz táz ánder.

Revertitur ad substantias.

Caput autem et manum et horum singula quae substantiae sunt. hoc ipsum quod sunt. potest sciri diffinite. Éin hóubet. álde éin hánt. álde éin ánder líd. pechénnet mán uuóla. uuáz siu sínt. s. dâr mán siu síhet âne dén ánderen lîchamen. *Ad quod autem dicantur. non necesse est sciri.* Mán ne bechénnet áber benôte nîeht uuára íro námen séhên. *Cuius enim hoc caput. vel cuius haec manus. non est dicere diffinite.* Uuánda mán guísso nîeht ne uuéiz uués táz hóubet sî. álde díu hánt. s. úbe man dés lîchamen mêr ne sihet. *Quare non erunt haec ad aliquid.* Pedíu ne sínt síu ad aliquid. Uuélíu síu? Tíu membra. únde díu partes primarum substantiarum. Uuârîn síu ad aliquid. sô uuíssî man sámint ín uués síu uuârîn. 85 mán uuéiz. táz síu éteuués sínt. uuér áber | dáz sî. dáz íst únguís. *Si vero non sunt relativorum. verum erit dicere. quia nulla substantia relativorum est.* Sîd partes primarum ne sínt ad aliquid. nîeht mêr ne sínt

partes secundarum. Sîd tiu ánasíhtîgen hóubet primarum substantiarum únsíh zúíuelint uués síu sîn. uuîo uílo mêr diu únánasíhtîgen secundarum substantiarum? Fóne díu ne íst nehéin substantia ad aliquid. Uuâre sî ad aliquid. sô uuâre sî béidiu. íóh accidens. íóh substantia. dáz íst impossibile. *Fortasse autem difficile sit. de huiusmodi rebus confidenter declarare. nisi sepe pertractata sint.* Íz ne uuâno oúh îeht sémfte sî. fóne sus ketânên díngen báldo ze uéstenônne. mán ne bedénche síu díccho. *Dubitare. autem de singulis. non erit inutile.* Úbe mán dár ána zuîuelòt. táz íst núzze. uuánda sô chúmet íz ze guisheite.

Explicit.

Species huius cathegoriae certas. aristotelis auctoritate non habemus. Plura tamen exempla dedit. ut sunt duplum ad simplum. magnum ad parvum etc. quae sequendo ad inveniendas species facilis via est. Duplum namque sub inaequalitate est. Hanc primam ponamus. Est enim inaequalitas. quae subalternum genus dicenda est. quia sub ea quinque species in arithmetica numerantur. Multiplex. superparticularis. superpartiens. multiplex superparticularis. multiplex superpartiens. | Harum quoque 86 sub se singulae comprehendunt infinitas species. Nec minus ipsae dicendae sunt. subalterna genera. Prima multiplicis species est. duplum. deinde triplum. quadruplum. quincuplum. sescuplum. septuplum. et deinceps. quae ad simplum omnes referuntur. Superparticularis species a sesqualtero incipiunt. qui refertur ad subsesqualterum. deinde sesquitertius ad subsesquitertium. sesquiquartus ad subsesquiquartum. et deinceps. Sic sunt et ceteris tribus generibus ad hunc modum. certae species singulis vocabulis. Est quoque relativorum species comparatio. quae tribus fit modis. Per comparativum ut maior minore. Per superlativum. ut maiorum maximus. Et si dicas magnorum maximus. minus tamen magni intelleguntur. Per ad prepositionem. ut magnus ad parvum. magnus rex ad regulum. Non solum est comparamus. magnum ad parvum. longum ad brevem. sed et magnitudinem ad parvitatem et longitudinem ad brevitatem. et talia caetera. Ordo quoque relativorum species est. Ut primus. secundus. tertius. quartus. quintus. Ad primum enim referuntur. omnes post illum sequentes. quia secundus a primo. et tertius a primo. et quartus et quintus a primo dicuntur. et deinceps. Cognati quoque vel coniugati vel affines speciem faciunt relativorum. Ut pater est filii. uxor mariti. frater

87 fratris vel sororis. auus nepotis. proavus pronepo|tis. abavus abnepotis. gener soceri. avunculus sororis filiae. patruus fratris filii. consobrinus consobrini. fratruelis alterius fratruelis sponsus sponsae. procus procae. rivalis alterius rivalis. competitor competitoris. concors concordi. socius socio. amicus amico. similis simili. aequalis aequali. par pari. affinis affini. vicinus vicino. proximus proximo. aequivocus aequivoco. univocus univoco. cooperator cooperatori. conlactaneus conlactanei. coetaneus coetaneo. coheres coheredis. particeps participis. Eorum autem sunt. quae ex eis fiunt. Ut concordia concordes sunt. Sic et societas est sociorum. et amicitia est amicorum et similitudo similium. et equalitas equalium. paritas parium. affinitas affinium. et propinquitas propinquorum vel proximorum. et equivocatio equivocorum et univocatio univocorum. et cooperatio cooperatorum. Similiter fraternitas fratrum. coniugatio coniugum. etc. Respondent autem sibi dissimilibus casibus. quia equaliter dicitur esse equalium. equales autem equalitate equales dicuntur. Idem modus est et in aliis. Discrepantia quoque vel quae eorum sunt. speciem faciunt. Ut obvius obvio. oppositus opposito. adversus adverso. congressor congressori. discors discordi. rebellis rebelli. renitens renitenti. dissonus dissono. inimicus inimico. impar impari. dispar dispari. dissimilis dissimili. 88 inaequalis inequa|li. disiunctus a disiuncto. distans a distante. distinctus a distincto. etc. p. 89. 90. 91.

92 Incipit de quali et de qualitate.

Qualitatem vero dico. secundum quam quales dicimur. Uuîolichi héizo íh nâh téro uuír gehéizin uuérden uuîoliche. in latina lingua sô boetius lêrit. kíbet quale sînen námin qualitati. áber qualitas. ne gíbit íro námin quali. Iustus héizit quale. sô tûot óuh iustitia. Áber iustitia heizit qualitas. iustus ne mág sô nîeht héizin. *Est autem qualitas eorum quae multipliciter dicuntur.* Qualitas íst mánigfalte. *Et una quidem species qualitatis. habitus dispositioque dicuntur.* Éin sláhta qualitatis héizit hába. ióh peskérida.

De habitu.

Distat autem habitus dispositione. quod permanentior et diuturnior est. Hába íst féstera ióh uuírigôra. dánna (sic) beskérida sî. *Tales vero sunt scientiae vel virtutes.* Sólchero uésti sínt chúnna únde túgede. *Scientia enim videtur. esse permanentium. et eorum quae difficile moventur.* Chúnna

sínt îoh (sic) uuirig. únde infárent mánne unsámfto. *Ut si quis vel mediocriter scientiam sumat.* Álsô dáz únsámfto inférit mánne. úbe er îeht ióh ze méze gelírnêt. *Nisi forte grandis permutatio facta sit.* i. nisi grandis eversio mentis fiat. Sînis sínnis ne uuérde míchel uuéhsel getân. *Vel ab egritudine. vel ab aliquo huiusmodi.* Fóne sîechelhéite (sic) álde uóne ételîchero geskíhte. Álsô démo mán geskáh. fóne démo solinus ságet. ter nâh súhte ánderis síndis kenésenêr. nóh sînis námen uuóla né gehúgita. *Simul* | *autem et virtus ut iustitia et castitas et singula talium non videntur posse moveri neque facile permutari.* Sámint chúnnôn sínt íz túgede. sô réht íst. unde uúrebúrt. únde dîen gelîchíu tíu samfto ne múgen. eruuéget. únde geuuéhselôt uuérden. 93

De affectione.

Affectiones vero dicuntur. quae sunt faciles et cito permutatiles. Ánauúndeda. únde ánachóminina héizent. tíu únuéste sínt. únde síh snéllo uuéhselont. tîe hîez er uóre dispositiones. *Ut calor et frigiditas. et egritudo. et sanitas. et alia huiusmodi.* Álso uuármî. unde chálti. sîechi únde gesúndi. únde dîen gelîchíu. *Afficitur enim quodammodo circa eas homo.* Ter ménnisko uuírdet échert fóne ín geánauúndôt. *Cito autem permutatur.* Ér uuírdet íro áber snéllo indânôt. *Et ex calido frigidus fit. et ex sanitate in egritudinem transit.* Únde uuírdet er nâh uuármi chált nâh kesúndedo sîeh. *Similiter autem et in aliis.* Sô uérit íz óuh in ánderên dîen gelîchen. *Nisi forte in his quoque contingat. per temporis longitudinem in naturam cuiusque transferri.* Síu ne begínnên óuh fóre áltî. an éteuuémo geuéstenôt uuérden. *Et insanabilis vel difficile mobilis existat affectus.* Únde ímo díu sô getâna ánachómeni úbel sî ze gebûezenne. únde ába ze némenne. *Quae iam quilibet habitudinem vocet.* Únde man sia bedíu héizen múge hába.

Quid intersit inter habitum et affectionem.

Manifestum est autem quoniam | *haec volunt habitudines nominari. quae sunt diuturniora vel difficile mobilia.* Nû skînet táz tíu mít réhto héizent hábâ. tíu uuírîg sint. únde únsámfto abagânt. *Namque in disciplinis non multum retinentes i. non memoriter tenentes. sed facile mobiles* i. obliviosos. *dicunt habitum non habere.* Tîe âgezelen. án díen bûochen. chédent síe âne hába sîn. *Quamvis sint ad disciplinas. peius meliusve dispositi.* Tóh tára zûo éine sîn báz keánaléitot dánne ándere. *Quare differt habitus disposi-* 94

tione. quod hoc quidem facile mobile est. illud vero diuturnius et difficile mobile. Fóne díu skéidet síh hába. uóne beskérido. dâr ána. dáz sî stâtera íst.

Non converti habitum et dispositionem.

Sunt autem habitus etiam dispositiones. dispositiones vero non necesse est habitus esse. Hába sínt îo beskérida. áber beskérida. ne sínt nîeht îo hába. *Qui enim retinent habitum et quodammodo dispositi sunt ad ea. que habent. vel peius vel melius.* Tîe dir hábint tîe sínt tára zûo beskérit táz sîe hábint. álde uuóla. álde úbelo. *Qui autem dispositi sunt non omnino retinent habitum.* Tîe áber beskerit. únde beskîbet sínt zû éteuuíu tîen ne íst íz sâr dés mézis nîeht hába. Úns uuírdet cnûoiz ([1]) kespírre. íoh peskérit. táz uuír dóh nîeht ne uólle hábeên. II.

Aliud vero genus qualitatis est. Tíu ánderíu sláhta qualitatis íst. *Secundum quod pugillatores vel cursores vel salubres vel insalubres dicimus.* 95 Nâh téro uuír némên (sic) | fûstchémfen únde strîtlóupfen. álde gánze alde úngánze. *Et quaecunque simpliciter secundum potentiam naturalem vel inpotentiam dicuntur.* Únde álliu díu dir be únscúldin genámot uuerdent. áfter máhte álde áfter únmáhte. âne tât. *Non enim quod sunt dispositi aliquo modo unum quodque huiusmodi dicitur.* Ín ne gíbet mán nîeht tîe námen. dúrh táz sîe dára zû beskîpte sîn. únde án dero tâte skînên. *Sed quod habeant potentiam naturalem. vel facere quod facile. vel nihil pati.* Súnder dáz sie máht éigin. únde ín gelâzen sî. dáz. únde dáz sámfto ze tûonenne (sic). álde sîeh. únde sîeh ze sînne. *Ut pugillatores vel cursores dicuntur. non quod sint dispositi. sed quod habeant potentiam hoc facile faciendi.* Álsò dîe genémmit uuérdent chnúttelchémfen. unde strîtloúpfin tîe íz nîo ne tâten. únde áber uuola tuôn máhtîn. *Sanativi autem dicuntur. eo quod habeant potentiam naturalem. ut nihil a quibus libet accidentibus patiantur.* Únde áber ándere gánze kehéizen uuérdent túrh táz sîe dîa uéstî hábint. táz ín ánauállúngâ (sic) nîeht ne uuégên sô urósᵗ. únde hízza íst. únde slége. *Egrotativi vero quod habeant inpotentiam nihil patiendi.* Únde úngánze héizent. tîe uore sêr hálzi. nîeht fertrágen ne múgen. *Similiter autem his et molle et durum se habet.* Tîen íst kelîh. uuélh. únde hérte. *Durum enim dicitur. quod habeat potentiam non citius secari.* Táz

---

([1]) statt cnuogiz.

héizét (sic) hérte. dáz únspûetigo mág ingúnnen uuérden. *Molle vero quod eiusdem ipsius* | *habeat inpotentiam.* Táz íst uuélh. dáz unmáhtîg íst. téro 96 sélbûn únspûete. *Tertia vero species qualitatis est possibiles. qualitates vel et passiones.* Tíu drítta sláhta qualitatis. héizet passibilis qualitas. unde passio. Tîe námen lêrit er únsih hína uúrder ze zuéin uuîsôn uernémin. *Sunt autem huiusmodi. ut dulcedo. et amaritudo. et austeritas et omnia his cognata.* Tîe sínt íz. sûozi. pitteri. éiueri. únde álliu dîen gelêgeníu. *Amplius autem.* Íz sínt óuh andere. *Calor et frigus. et albedo. et nigredo.* Uuármi únde uróst uuîzi únde suárzî. *Et quoniam hae qualitates sunt. manifestum est.* Nû íst táz óffen. dáz tísíu qualitates sínt. *Quecunque enim ista susceperint. qualia dicuntur secundum se.* Fóne díu íst íz offen. uuánda án dîen síu sínt. tiu héizent túrh síh qualia. *Ut mel dulce dicitur. quoniam suscipit dulcedinem.* Álsò hónang sûeze héizit. uuánda díu sûezi ín ímo íst. *Et corpus album eo quod albedinem suscipiat.* Únde álsô snê uuizer héizet. uuánda ér día uuîzi án ímo habit. *Similiter sese habet etiam in ceteris.* Sò íst íz óuh án dîen ánderên.

Quod non uno modo passibiles qualitates et passiones dicantur. *Passibiles vero qualitates.* et passiones *dicuntur.* s. dulcedo et calor. et omnia ad gustum vel ad tactum pertinentia. *non quod ea* s. corpora. *quae susceperint illas passiones. aliquid patiantur.* Tíse qualitates ne héizent nîeht pedíu passibiles. nóh pedíu passiones. táz tíu corpora án dîen sie sínt. fóne ín îeht tóleên. *Neque enim mel idcirco dul*|*ce dicitur quoniam* 97 *aliquid passum sit.* Hónang ne héizet nîeht túrh táz sûeze. táz íz sînero sûezi îeht infínde. *Nec aliquid aliud huiusmodi.* Nóh téro sámelîchôn corporum nehéin. i. quae ad gustum pertinent. *Similiter autem his et calor. et frigus.* s. quae ad tactum pertinent. *passibiles. qualitates dicuntur. non quod ipsa.* s. corpora *quae susceperint ea. aliquid passa sint. sed* passibiles qualitates dicuntur. *quoniam singulum eorum.* i. ipsorum corporum. *quae dicta sunt perfectiva sunt passionis. secundum sensus.* Nóh óuh uuármi únde chálti. ne héizent nîeht pedíu passibiles qualitates. táz íro îeht infínden. díu íro corpora. án dîen síu sínt. uuánda díu súnna ne infíndet nîeht íro hêizi. nóh taz ís sînero chálti. súnder uuír infínden íro. Únserên sensibus sínt síu máchârra dolungo. *Mel vero per se passionem efficit secundum gustum. et calor secundum tactum.* Chórondo infíndên uuír des hónangis suêzî (sic). crîfendo infíndên uuír dés zanderin héizî. *Simi-*

liter autem et aliae. Sô tûont óuh úns tólunga ándere qualitates. tísên gelîche. Únde fóne díu súlin uuír héizin díse passibiles qualitates. únde díse passiones. tôlemáchîge qualitates. *Albedo autem et nigredo.* s. quae. ad visum pertinent. *et alii colores. non similiter his quae dicta sunt passibiles qualitates dicuntur.* Uuîzî únde suarzî únde ándere uáreuua. ne héizent nîeht tísên gelichô passibiles qualitates. *Sed hoc quod ipse innascuntur ab aliquibus passionibus.* Sîe héizent túrh táz sô. uuánda sîe uuérdent fóne dólúngôn. |

98 Signum unde colores fiant.

Quoniam ergo sunt per aliquam passionem multae colorum mutationes. s. *manifestum est.* Uuír séhên óftô. dáz síh fáreuuâ uuéhselônt. fone ételîchero dólungo. *Erubescens enim aliquis. rubeus factus est. et timens pallidus. et unum quodque talium* s. contingit passione. Mán irrôtêt óftô uóne scámo. únde irbléichêt uone uórhtôn. Únde ál démo gelîh s. chúmet îo fóne dólungo. *Quare vel si quis naturaliter aliquod talium passionum passus est. similem colorem oportet eum habere.* Fóne díu mûoz óuh ter sámelîcha uáreuua háben démo natûrlicho îeht sóleês kescáh. *Quae enim affectio nunc ad verecundiam circa corpus facta est et secundum naturalem affectionem. eadem fiet affectio. ita ut naturaliter et color similis sit.* Tíu ánachómeni. mánne geskíhet fóne scámôn. tíu geskíhet ímo óuh natûrlîcho êr er gebóren uuérde. *Quaecunque igitur talium casuum ab aliquibus passionibus difficile mobilibus. et permanentibus principium sumpserint. passibiles qualitates dicuntur.* Sô uuélche sô getâne geskíhte. s. sô uáreuuâ sínt únde ánderiu mâl. fóne dehéinên dólungôn stétîgên únde uuírigên die héizent îo passibiles qualitates.

Inveteratos colores qualitates esse.

Sive enim secundum naturalem substantiam pallor aut nigredo facta est. qualitates dicuntur. quales enim secundum eas dicimur. Úbe uóne ánabúrte. pléichi álde suárzi geskíhet. táz sínt qualitates. únde | héizên uuír nâh ín quales. i. pléiche álde suárze. *Sive propter egritudinem longam aut propter aestum. aut aliquid tale. vel nigredo vel pallor contingit. et non facile preterit. et in vita permanet. qualitates et istae dicuntur similiter. Quales et secundum eas dicimur.* Álde úbe iz keskíhet. fóne áltero súhte. álde uóne hízzo. únde iz tánne uuérêt. únde án demo skînet. táz sínt óuh qualitates. únde héizên îo uuír nâh ín quales.

Momentaneos autem colores non esse qualitates.

Quecunque vero. s. mutationes. *ex his quae facile solventur. et cito transeuntes fiunt. passiones dicuntur.* Só uuélche uuéhsela áber úns déskéhent (sic). téro díe síh sámfto gélóubent (sic). únde spûetigo zegânt. tíe héizent passiones. i. tolunga. s. álso óuh tolunga héizent. scáma únde uórhta. fóne dîen sie uuérdent. *Non enim dicimur secundum eas quales.* Táz íst fóne díu. uuánda uuír nâh ín quales ne héizèn. *Neque enim qui propter verecundiam rubeus factus est. rubeus dicitur.* Uuánda dér dúrh scáma irrótèt. tér ne héizet nîeht túrh táz rótendêr. *Nec cui pallor propter timorem venit. pallidus est.* Nóh tér uóne uórhtôn bléichêt. ne íst úmbe dáz nîeht îo bléih. *Sed magis* s. dicendus est. *quod ad aliquid passus sit.* Uuír súln mêr chéden. ér uuárd pléih. ér uuárd rôt. *Quare passiones huiusmodi dicuntur. qualitates vero minime.* Fóne díu héizent sîe dólunga. náls uuîolichîna.

Animae quoque inveteratas passiones esse qualitates.

Similiter autem his et secundum animam passibiles qualitates | *et passiones dicuntur.* Náh tísên qualitatibus des lîchamen. héizent óuh tîe qualitates téro sêlo. *Quaecunque enim mox innascendo ab aliquibus passionibus fiunt. qnalitates dicuntur.* So uuélíu díng mánne geskéhent sâr án dero gebúrte. táz héizent qualitates. *Ut dementia vel ira et alia huiusmodi.* Álsô sínnelôsî íst. álde zórnmûotigî. únde dîen gelîchú. *Quales enim secundum eas dicimur.* Qualitates héizent sie uuánda uuír nâh ín quales héizên. *Idem iracundi et dementes.* Zórnmûotige. únde sínnelôsê. *Similiter autem et quaecunque alienationes non naturaliter. sed ab aliquibus casibus factae sunt difficile pertereuntes. et omnino inmobiles etiam huiusmodi qualitates sunt.* Úbe óuh nâh téro gebúrte. uóne dehéinên geskíhten mánne únsínnigîna chóment. stétîge únde uuírîge. tíz sínt îo sô sámo qualitates. *Quales enim et secundum eas dicimur.* Táz skînet târ ána. uuánda uuír óuh nâh tîen héizen quales.

Momentaneas autem animae passiones non esse qualitates.

Quaecunque enim ex his quae citius pretereunt fiunt. passiones dicuntur. Áber dîe mûotegîna. dîe snéllo zegânt. tîe héizent érchert (sic) tôlúnga. únde stúngeda. *Ut si quis contristatus iracundior sit.* Álsô dáz héizet. ube man geléidegôter. eteuuáz sih pilget. *Non enim dicitur iracundus. qui in huiusmodi passione. iracundior est. sed magis aliquid passus.* Tér síh sô bíl-

100

get. ter ne héizet úmbe dáz nîeht âbólgigêr. mán sól cheden. ér uuás erbólgen. únde zórneg. *Quare passiones huiusmo|di dicuntur. qualitates vero minime.* Fóne díu héizent táz uuórtene stúngedâ. náls uuónente uuòlîchîna. Tîe sò uerlóufenten passiones sínt téro cathegoriae. tîu pati héizet. álso óuh álliu participia passiva sínt. IIII.

Quartum vero genus qualitatis est forma. et circa aliquod constans figura. Tíu uîerda sláhta qualitatis íst. tíu getât. únde dáz pílde. dáz án îo uuélemo dínge íst. *Amplius autem ad haec.* Ferním nóh hára zû. s. uuáz pílde sî. *Rectitudo vel curvitas. et quicquid his simile est.* Táz íst créhti. álde chrúmbî. únde dáz tîen gelîh íst. sò slímbî íst únde scrégehôri. *Secundum enim unum quodque eorum quale quid dicitur.* Nâh tîen állên chît man quale. *Triangulum enim vel quadratum esse quale quod dicitur. et rectum aut curvum.* Trîscôziz álde uîerscoziz. héizet uuîolîh iz sî. únde geréhtiz. álde chrúmbez. *Et secundum figuram vero unum quodque quale quod dicitur.* Únde nâh sînemo bílde. héizet uuíhtelîh quale.

Que falso videantur esse qualia.

Rarum vero et spissum et asperum et lene. putabuntur quidem qualitatem significare. Skéterez únde gedrúngenez. rûoz (sic) únde sléhtiz uuânent sîe qualitatem bezéichenen ([1]). *Sed aliena huiusmodi putantur esse a divisione quae circa qualitatem est.* Mán sól síu dóh uuânen úngehaftiû dîen speciebus qualitatis. tíu án íro geskídôt sínt. *Quandam enim positionem quodammodo videntur. partium utrimque monstrare.* Síu zéichenint uuîo téilelîh líge. an demo corpore. náls uuîolîh íz sélbez sî. *Spissum quidem est. eo quod partes. sibi ipsae propinque sint.* Íz íst fóne díu | gedrúngen. dáz sîniu téil ín sélbên náhô lîgent. *Rarum vero quod distent a se invicem.* Skéteriz. táz síu ín sélbên uerro lígent. *Et lene quidem. quod in rectum sibi partes iaceant.* Únde sléht. fóne diu. dáz sîniu téil ében hô lígent. *Asperum vero quod haec quidem pars superet. illa vero sit inferior.* Rûoz fóne díu. dáz éin téil gât hôor. ánder téil níderôr. Sîd táz sô íst. sô sínt siu ad aliquid. álsô óuh íro genus íst positio.

Explicit de quarta specie.

Et fortasse alii quoque appareant qualitatis modi. Nîeht né íst ze uer-

([1]) Es steht bezéinenche und am Rande ist eingekratzt bezeichen.

chúnnenne. núbe óuh ánderíu qualitatis species sih óugên. *Sed maxime dicuntur hae qualitates.* Tíse sínt tóh tia géngesten.

Qualia denominativa dici.

Itaque sunt que praedicta sunt. Nû sínt iz tîe uóre geságeten. *Qualia vero que secundum haec denominative dicuntur.* Únde sínt táz íro qualia. díu uóne in gespróchen únde genámôt uuérdent. *Ut a candore candidus et a gramatica cramaticus* (sic). *et iustitia iustus.* Álsô uuîzêr uóne uuîzî. gramátichare uóne gramátiche. réhtêr uóne réhte. genámote sínt. *Similiter et aliis.* Sô uérit íz óuh án ánderên. i. sô uuérdent îo quales. kenámôt fone qualitatibus.

Excipitur.

In aliquibus vero. s. qualibus eo quod non sint posita qualitatibus nomina. non contingit ea quae dicuntur ab eis. denominative dici. Áber dánne uúndene ne sínt tîen qualitatibus. tánne ne uuérdent óuh nîeht fóne ín geskáfôt tîe námen dero qualium. *Ut cursor aut pugillator qui secundum valitudinem | naturalem dicuntur. a nulla qualitate denominative dicitur.* 103 Álsô déro námo nîeht kescáfôt ne íst fóne qualitate. tîe áfter máhtîn genémmet uuérdent loúpfen únde chemphin. *Non enim posita nomina sunt valitudinibus secundum quas isti quales dicuntur.* Táz íst fóne díu. uuánda nehéine námen ne sínt tîen máhtin uúndene náh tîen síe genámôt sint. *Sicut in disciplinis secundum quas vel pugillatores vel palestrici secundum affectionem dicuntur.* Sô áber démo líste íst fóne dés pégúnste (sic). únde uóne dés áneuuírtedo (sic). die scúldîgen uéhtârra. únde ríngârra héizent. *Pugillatoria enim disciplina dicitur.* Tér geuôbto líst héizet latine pugillatoria. *Quales vero ab his denominative hi qui afficiuntur dicuntur.* Tánnân scáfônt sih téro námen. dîe ín ûobent.

Item excipitur.

Aliquando autem et posito nomine. s. qualitatis. *denominative non dicitur. quod secundum eam quale dicitur.* Ióh táz keskíhet. táz tíu qualitates námen hábit. únde dóh íro quale uóne íro genámot ne íst. *Ut a virtute studiosus.* Álsô îlîgêr uóne túgede íst. únde dóh náh íro ne héizet. *Virtutem enim habendo studiosus dicitur. sed non denominative a virtute.* Sélbûn dîa túged hábendo. héizet er îlîg. tóh ne íst sîn námo nîeht nâh iro namen geskáfôt. *Non autem in plurimis hoc tale est.* In únmánîgên uúndet mán dóh tîu úngelîchi. *Quae ergo dicuntur. aut denominative. a prae-*

dictis quales dicuntur. aut aliquo modo aliter ab eis. Tíu îo qualia hei-
104 zent téro námen sínt fóne | qualitate geskáfôt. álde étteuuío gesprôchen
uóne ín. âne scáfúnga.

Incipit querere proprium ex contrarietate.

Inest autem et contrarietas secundum quod quale est. i. secundum qualitatem. Án qualitate uuírdet ouh fúnden contrarietas. *Ut iustitia iniustitiae contraria est. et albedo nigredini. et alia.* Álsô réht uuíderuuártîg íst únréhte. únde uuîzî déro suárzî. únde ánderiu. *Similiter autem. et ea quae secundum eas.* s. qualitates. *qualia dicuntur ut iniustum iusto. et album nigro.* Tíu fone ín gesprôchen uuérdent. tíu sint sámo uuírderuuártîg (sic). Álsô únréhtiz réhtemo. uuîziz suárzemo. *Non autem in omnibus hoc est.* Íz ne geskíhet tóh nîeht in állên qualibus. *Rubeo et pallido. aut huiusmodi coloribus qualitatibus existentibus. nihil est contrarium.* Rôtemo únde bléichemo. únde sólên uáreuuôn îo sámo guíssên qualitatibus. ne íst nîeht uuíderuuártîgis.

Sub uno semper genere contraria stare.

Amplius. Ferním óuh ánder. *Si ex contrariis unum fuerit quale. et reliquum erit quale.* Úbe zuéio contrariorum dáz éina quale íst. táz ánder sô sámo íst. *Sicut est iustitia iniustitiae contrarium.* Álsô án dîen skînet. *Quale autem est iustitia. quale igitur et iniustitia.* Táz éina íst quale. i. qualitas. sô sámo íst táz ánder. *Hoc palam est proponenti. alia praedicamenta ex singulis* s. cathegoriis. Táz uuírdet sâr démo skîn. dér fone |
105 állên cathegoriis. fúre zíhet anderiu exempla. *Nullum igitur aliorum praedicamentorum aptabitur.* i. opponitur *iniustitiae.* Nehéin uuidersácho. ne uuírdet târ uúnden iniustitiae. *Neque quantitas neque ad aliquid. neque ubi. nec omnino aliud quicquam nisi quale.* Nóh quantitas. nóh nehéin ánder praedicamentum ne uuérit síh iniustitiae. âne îo qualitas. i. iustitia. *Sic et in aliis quae secundum quale.* Sô uérit iz óuh ánderên qualitatibus.

Quod et magis et minus recipiat qualitas.

Suscipit autem qualitas et magis et minus. Album enim magis et minus. alterum altero dicitur. et iustum alterum altero magis et minus. Qualia ládent síh ána úngelîcho íro qualitatem. súmiu mêr súmiu mín. Álso éin réhtera íst. tánne ánder. uuánda íz án ímo mêr réhtis hábit. Únde éin uuîzera. dánne ánder. uuánda án ímo mêr uuîzi íst. *Sed et ipsa cremen-*

tum suscipiunt. Ióh síu sélben. uuáz sint túrh síh. *Cum candidum namque sit. amplius contingit candidum fieri.* Uuîz uuírdet uuîzera.

Excipitur.

Non tamen omnia. sed plura. Íz ne tûont nîeht álliu díu qualitatis sínt. mánigiu tûont íz. *Iustitia namque a iustitia. si dicatur magis et minus. potest quilibet ambigere.* Uuánda úbe sélbíu iustitia. uuáhse álde suíne. dés mág mán zuîuelòn. *Similiter et in aliis affectibus.* Sô mág mán oúh zuîuelòn án ánderên hábòn. *Quidam enim dubitant de talibus.* Cnûege zuîuelònt ís. *Iustitia namque a iustitia. non multum | aiunt magis et minus dici. nec sanitatem a sanitate.* Sie uerságent sélben día iustitiam mêrhéite unde mínnerhéite. únde sanitatem. Uuánda brístet réhte. sò ne íst íz réht. Íst íz úbere. sò ne íst íz áber réht. *Minus autem habere alterum altero. sanitatem aiunt. et iustitiam minus alterum altero habere.* Téro qualium súmelìchiz. iéhent sie mín gánzî. únde mín réhtis háben. dánne dáz ánder. i. úngánzera uuésen únde únréhtera. *Sic autem et grammatica. et alii affectus. non recipiunt magis et minus. Sed tamen ea quae secundum eos affectus dicuntur. indubitanter recipiunt magis et minus.* Álsò iustitia únde sanitas síh uuérrint conparationis. sò tûot óuh grammatica. únde sô tûont álle hábâ. Áber díu qualia. díu uóne in gespróchen uuérdent. tíu hábint comparationem. *Grammatitior enim alter ab altero dicitur. et iustior et sanior.* Táz skînet târ ána dáz éinêr réhterô. únde gánzero. únde gramatichis chúnnigòro. gehéizen uuirdet. tánne ánderêr. *Sic et in aliis.* Sô íst íz oúh án ánderên dísen gelîchên.

Item excipitur.

Triangulus vero et quadrangulus non videtur. magis et minus suscipere. nec aliquid aliarum figurarum. Áber drîórtêr. únde uierórtêr. ne mág éinèr nîeht mèr sîn. dánne ánderêr. nóh nehéin pildis kescáft hábendèr. *Quecunque diffinitionem trianguli recipiunt et circuli. omnia similiter triangu|la vel circuli sunt.* So uuélíu îo dríscozis. únde ríngis nôt méz infángen habint. tíu sínt oúh penòte dríscôze únde rínga. *Eorum vero quae non recipiunt. nihil magis alterum altero dicitur.* Tíu íro nôtméz ne hábint téro nehéin ne íst mêr. dáz síu sínt dánne ánderiz. *Nihil enim quadratum magis quam parte altera longior figura circulus est.* Ében láng sîtíu uiera. ne ist nîeht mêr circulus. dánne díu dír únében lánge sîta hábit. *Nullam enim recipit circuli rationem.* Íro ne uuérder (sic)

ne gât in dìa zâla dis circuli. *Simpliciter autem.* Áber offene ze ságênne. *Si utraque non recipiunt huius propositi* vel circuli *rationem. non dicetur alterum altero magis.* Úbe íro ne uuéder.ríngis nôt méz ne hábit. sô ne héizet óuh ne uuéder mêr ríng. dánne daz ánder. *Non ergo omnia qualia recipiunt magis et minus.* Fóne díu ne sínt nîeht álliu qualia mêr únde mín i. non omnia recipiunt comparationem.

Quid sit ei proprium.

Horum itaque quae predicta sunt. nihil est proprium qualitatis. Téro uóre námdôn nehéin. ne íst úreiche qualitatis. *Simile autem et dissimile secundum solas dicitur qualitates.* Kélîh únde úngelîh. uuerdent fone qualitate 108 éigenafto (sic) gespró|chen. *Simile autem alterum alteri. non est secundum aliud. nisi secundum id quod quale est.* Éin gelîh ándermo. ne uuírdet nîeht fóne ánderên díngen gespróchen. âne uóne quali. *Quare proprium erit qualitatis. secundum eam simile et dissimile dici.* Fóne díu íst qualitatis tíu súndera. fóne íro gelîh. únde úngelih ze chédenne.

Ratio de communione cathegoriarum.

At vero non decet conturbari. ne quis nos dicat. i. reprehendat. *de qualitate propositionem facientes. multa de relativis interposuisse.* Nû zímet tîen lectoribus in gûotemo ze sînne. nîo íro nehéin únsih ne inchúnne. ze êrist fóne qualitate erhéuen. únde áber dárnâh gnûogez fone relativis ságen. *Habitus enim et dispositio horum quae ad aliquid sunt esse dicebantur.* Tés fúrhto íh fóne diu. uuánda habitus únde dispositio. hína ze relativis kezélet uuúrtin. únde mán íro ánderêst hîer geuùog. *Pene enim item omnibus talibus genera ad aliquod dicuntur.* Sîe súlen uuízen. dáz genera qualitatis. álméistîg sínt ad aliquid. *Nihil autem horum quae singularia sunt.* Táz ne sínt áber nîeht íro species. *Nam cum disciplina genus sit. ipsum quod est alterius dicitur. Alicuius enim disciplina dicitur.* Disciplina uuánda sî genus íst. pedíu íst sî ad aliquid. Éteuués íst. ío disciplina. *Eorum quae* 109 *singularia sunt. nihil ipsum quod est al|terius dicitur.* Íro specierum nehéinez ne chît man éteuués sîn. *Ut grammatica non dicitur alterius grammatica. nec musica alicuius musica.* Álsô nîoman ne chît relative éteuués grammatica. éteuués musica. *Sed forte secundum genus. et haec ad aliquid dicuntur. Ut grammatica dicitur alicuius disciplina. non alicuius grammatica.* Táz genus ánaséhendo. mág mán uuóla chéden. grammatica íst éteuués kelírn. Ér ne chídet nîeht éteuués grammatica. *Et musica alicuius*

disciplina. non alicuius musica. Sô mág ér oúh chéden. musica íst éteuués kelírn. náls éteuués musica. *Quapropter quae per se quidem singula sunt. non sunt ad aliquid.* Pedíu ne sínt tíu species keskídotíu ad aliquid. tóh síu án demo genere úngeskídotíu sîn. ad aliquid. *Dicimur enim quales. secundum singula.* Táz skînet târ ána. táz uuír quales héizèn nâh tîen speciebus. *Haec enim et habemus.* Sîe sínt únsere hába. *Scientes enim dicimur. quod habemus singulas scientias.* Uuír héizên chúnnîge. fóne dero hábo dero specierum. *Quare haec erunt etiam qualitates. quae singillatim sunt. secundum quas et quales dicimur.* Fóne díu sínt tíu species qualitatis. nâh tîen uuír óuh héizen quales. *Haec autem non erunt eorum quae sunt ad aliquid.* Áber ad aliquid ne sínt síu nîeht. *Amplius.* Ferním nóh táz. | *Si* 110 *contingat hoc ipsum quale et relativum esse. nihil est inconveniens idem utrisque. generibus annumerare.* Keskíhet óuh éin uuórt péidiu bezéichenen. qualitatem íoh ad aliquid. sò ne uuírret tir nîeht táz sélba ze zéllenne. ze béidên cathegoriis.

De facere et pati.

Recipit autem facere et pati contrarietates. et magis et minus. Tíu dir bezechenent (sic) tûon álde dólèn. díu sínt ofto éin ánderên uuíderuuártîg. Únde mág uuérden îo uuéderes. mèr íóh mín. *Calefacere enim ad frigidum facere contrarium est. et calidum fieri ad frigidum fieri. et delectari ad contristari.* Uuármin únde chuelin. sínt uuíderuuártîg. sô sínt óuh uuármen únde cháltèn. frò sîn. únde léideg sîn. *Sed et magis et minus.* Sô uuírdet óuh án ín. mèr únde mín. *Calefacere enim magis et minus est. et calefieri magis et minus. et contristari magis et minus.* Mán mág uuóla uuármin mèr íóh mín. únde uuármèn. mêr íóh mín. únde trûrên mêr íóh mín. *Recipit ergo magis et minus facere et pati.* Fóne díu íst uuâr. táz tûonnes únde dólennis. mèr únde mínnera sîn mág. *Pro his itaque tanta dicantur.* Fóne ín sî is sus cnûege.

De situ.

Dictum est autem et de situ in his quae ad aliquid sunt. quia denominative a positionibus dicitur. Fó|ne ad aliquid ságendo. uuárt óuh keságêt. táz tíu 111 verba sedere. unde stare. diu situm bezéichenent kespróchen sínt fóne nominibus. sessio. statio. díu positionem bezéichent.

De quanto (sic). et ubi. et habere.

Pro reliquis autem. quando. et ubi. et habere. eo quod manifesta sunt.

nihil de eis aliud dicitur. quam quae in principio dicta sunt. Fóne uuénne únde uóne uuâr. únde uóne hábenne. ne íst nîeht nû ze ságenne. uuánda síu sémfte sínt. âne dáz fóre geságet íst. Uuáz íst táz? *Quia habere quidem significat calciatum esse. armatum esse.* Táz ána háben. bezéichenet keskúhen uuésen. álde gesáreuuit uuésen. *Ubi vero. ut in loco.* Uuâr bezéichenet. in uuélero stéte. *Quando. ut quo tempore.* Uuénne. in uuélemo zîte. *De propositis itaque generibus quae dicta sunt sufficiunt.* Fóne dîen generibus íh pedêh ze ságenne. hábo íh cnûoge gesaget.

Quod modis opposita dicantur.

Dicitur autem alterum alteri opponi quadrupliciter. Ze uîer uuîsôn chît man éin gágen ándermo gestéllit uuérden. *Aut ut ad aliquid.* Álde sô díu gágensíhtîgen. *Aut ut contraria.* Álde sô díu uuíderuuártîgin. *Aut ut habitus et privatio.* Álde sô hába únde dárba. *Aut ut affirmatio et ne-*112*gatio.* Álde sô néin únde | iáh. *Opponitur autem unum quodque istorum.* Tírro îo gelîh uuírdet ingágen stéllet. *Ut sit figuratim dicere.* Mít exemplo ze ságenne. *Ut relativa.* Sô relativa tûont. *Ut duplum dimidio.* So zuíualt íst témo hálblîh. *Ut contraria.* Sô uuíderuuártigíu tûont. *Ut malum bono.* Álsô úbel íst kûotemo. *Ut secundum privationem et habitum.* Sô man chît hába únde dárba. *Ut est caecitas visui.* Álsô blíndi íst temo kesíune. *Ut affirmatio et negatio.* Sô uéstenúnga únde lóugen tûont. *Ut sedet. non sedet.* Álso díu sínt. sízzet. ne sízzet.

De relativis.

Quaecunque igitur ut relativa opponuntur. Tíu relative gágenstéllet uuérdent. *Ea ipsa quae sunt. oppositorum dicuntur.* Tíu héizent ánderro. *Aut quomodolibet aliter ad ea.* Álde éteuuío séhent siu zu ín. *Ut duplum dimidii ipsum quod est alterius dicitur.* Álsô zíuuált (sic) éteuués zuíuált héizet. táz íz íst. *Alicuius enim duplum dicitur.* Íz sól îo benôte héizen zuíualt. tánne des hálbin téiles si. *Sed et disciplina disciplinato tanquam relativa opposita est.* Lèra íst óuh gágenstéllit temo gelêrtin. sámo zu ímo séhentíu. *Et dicitur disciplina ipsum quod est disciplinati.* únde dáz tíu lêra íst. táz uuírt kehéizen des kelêrtin. *Sed et disciplinatum ipsum quod est ad oppositum dicitur. i. ad disciplinam.* Álso uuírdit óuh táz kelêrta hína gespróchen. ze sînero gágenstáltûn lêro. *Disciplinatum enim aliquem dici-*113*mus disci|plina disciplinatum.* Uuánda uuír héizên îo den gelêrtin fóne dero lêro gelêrtin. *Quaecunque ergo opposita sunt tanquam ad aliquid.*

Tíu îo mít témo námin déro gágensíhte gágenstáltiu héizent. *Ipsa quae sunt aliorum dicuntur.* Tíu sínt îo ánderro. táz siu sínt. *Aut quomodocunque ad invicem.* Álde éteuuîo séhent siu zéinen ánderên.

De contrariis.

Illa ergo quae ut contraria. Tíu áber dúrh uuíderuuártîgi héizent opposita. *Ipsa quidem quae sunt nullomodo ad se invicem dicuntur.* Tíu ne séhent nîeht zu éinên ánderên. án díu dáz síu sint. síu séhent mêr fóne éinên ánderên. *Neque enim bonum mali dicitur bonum. sed contrarium.* Uuánda nîeman ne chît. táz gûota íst tes úbelin gûota. er chît iz ímo sî uuíderuuártîg. *Neque album nigri album. sed contrarium.* Nóh ér ne chît. taz uuîza íst tes suárzen uuîza. ér chît iz ímo sî uuíderuuártîg. *Quare differunt hae contrarietates a se invicem.* Fóne díu sínt contraria geskéiden.

De differentia contrariorum. i. medium habentium et non habentium.

Quecunque vero contrariorum talia sunt. Tiu contraria sólih sínt. *ut alterum ipsorum necessarium est inesse. in quibus nata sunt fieri. et de quibus praedicantur.* Táz éin uuéderiz benôte ána ist. tîen siu gesláht sínt únde uóne dîen man siu spríchet. *Nihil eorum medium est.* Tíu ne hábint nehéin medium. *Quorum vero non est necessarium alterum inesse.* Téro áber éin uuéderiz ána benôte ne íst. *Horum omnium est* | *aliquod medium* 11.a *omnino.* Téro állero íst îo ételih medium.

Exempla de non habentibus medium.

Ut languor et sanitas in corpore animalis naturam habet fieri. Álso sîechelhéit únde gánzi lébendên corporibus kesláht íst. *Et necessarium est alterum esse in animalis corpore. vel languorem vel sanitatem.* Únde îo benôte sól éinuuéder sîn án des lébentin lîchamin. sîechi álde gesúndeda. *Sed et par et impar de numero praedicatur.* Sô uuírdit óuh fóne dero numero gespróchen keráď únde úngeráď. *Et necessarium est alterum in numero esse. aut* habundus i. *imparem. aut* perfectum. *i. parem.* Únde íst îo diu numerus úber sláhentíu álde géebenòtíu. *Et nihil est in medio horum neque inter languorem et sanitatem. neque inter habundantem et perfectum.* Únde nîeht ne uíndist tû únder gánzemo únde únganzemo. únebenemo unde ébenemo.

Exempla de habentibus medium.

Quorum vero non est necesse alterum inesse. eorum est aliquod medium.

Téro aber éin uuéderiz penôte ána ne íst. tíu hábint medium. *Ut nigrum et album in corpore naturam habet fieri.* Álso corpori gesláht íst. uuîz únde suárz uuérden. *Et non est necessarium alterum horum esse in corpore.* Únde dóh nehéin nôt ne íst. éinuuéder ímo ána uuésen. *Non enim omne aut album aut nigrum est.* Uuánda uuîz álde suárz îo gelîh corpus ne íst. *Sed et pravum et studiosum praedicatur quidem et de homine et de* 115 *aliis multis.* | Cûot únde úbel chît man óuh fóne ménniscôn únde fón ánderên díngin. *Sed non est necessarium alterum horum inesse aliis. de quibus praedicatur.* Únde ne íst tóh nehéin nôt íro éin uuéder súmelîchên ánauuésen. *Non enim omnia vel prava vel studiosa sunt.* Uuánda díngelîh nîeht penôte ne íst úbel álde gûot. *Et est horum medium.* Pedíu hábint síu medium. *Albi quidem et nigri. fuscum et pallidum et quicunque sunt alii colores.* Suárzis únde uuîzis media sínt. pléih únde sáterâ únde álle ándere uáreuuâ. s. ut rubrum viride. flavum. furvum. venetum. fulvum. croceum. i. rôt cruêne. fálo. salo. cra. cóltfáro. chrûogfaro. *Pravi vero et studiosi.* Áber úbelis unde cûotis medium íst. *Quod neque pravum neque studiosum est.* Táz ne uuéder ne íst cûot nóh úbel. Táz héizent stoici indifferens. álso rîhtûm íst únde skôni. Tíu sô getânin uuóltôn sîe hábin fúre ne uuéder. *In aliquibus itaque nomina sunt his quae media sunt.* In sumelîchên contrariis sínt námin fúndene íro mediis. *Ut albi et nigri. fuscum et pallidum.* Álsô dîen mediis suárzis únde uuîzis sínt. pléih únde crísil. *In aliquibus autem nomina quidem in medio assignare idoneum non est.* In sumelîchên íst úmbechâme íro mediis námin ze gébenne. *Sed per utrorumque summorum negationem quod medium est determinatur.* Núbe díu ûzeren ferságendo uuírdet íro medium geóuget. *Ut quod neque bonum neque malum est. neque iustum neque injustum.* Álsô díu námelôs sínt. tíu ne uuéder sínt cûot nóh úbel réht nóh únreht. |

116 De habitu et privatione.

Privatio vero et habitus quidem circa idem aliquid. ut visio et cecitas circa oculum. Hába únde dárba uuírt éteuuâr ána gespróchen álso gesíune únde blíndi án demo oúgen gespróchen uuírt. *Universaliter autem dicere est. in quo nascitur habitus fieri. circa hoc dicitur privatio. utrorumque eorum ordine.* Állelîcho ze ságenne. sô uuâr ána díu hába uuírt. tar ána uuírt oúh tiu dárba áfter íro béidero órdeno. dáz chît. áfter déro órdeno íro béidero zîtes. uuánda sô is únzît íst. sô ne sol man ne uuéder spréchen.

Privari autem tunc dicimus unum quodque habitus susceptibilium. Dárbên chédèn uuír îogelîchiz tero hábemáhtigòn. tanne. *Quando in quo natum est habere nullomodo habet.* Tánne dáz ne hábit. táz hában sólta. *Edentulum enim dicimus. non qui non habet dentes. nec cecum qui non habet visum.* Uuír ne héizen tén nîeht áfter réhtemo gechôse zánelòsen. dér zéne ne hábit. nóh tén blínden tér óugen ne hábit. *Sed qui quando contingit habere non habet.* Núbe dén. dér sie ne hábit. sô ér sie hábin sólta. *Quedam enim ex generatione sunt. quae neque dentes neque visum habent.* Súmelîchiu sínt tíu uóne ánabúrte. zéne ne hábint. nóh óugen. *Sed non dicuntur edentati. neque ceci.* Únde dóh ne héizent zánelos. nóh plínt. Uuér még héizen hólz únde stéin áfter rédo zánelòs únde hârlos. únde plínt. | únde tôt. Nîouuíht ne íst tòd. âne dáz îu lebeta. noh plínt. âne 117 dáz îu óugen hábeta. álde hában sólta. nóh hârlôs. nóh zánelòs. âne dáz síu hában sólta. únde áber ne hábit.

Opposita sub oppositis esse et non cum eis idem significare.

Privari vero et habere habitum non est habitus et privatio. Tárbên únde éteuuáz hábin. dáz ne íst nîeht hába únde dárba. *Habitus enim est visus. privatio vero cecitas.* kesíune íst hába. privatio vero cecitas. Plíndi ist tárba. s. des kesíunis. *Habere autem visum non est visus. nec cecum esse cecitas.* Hábên gesíune. táz ne íst kesíune. nóh plínt uuésen plíndi. dáz íst dárba. *Caecum vero esse privari. non privatio est.* Plínt uuésen. dáz íst dárbên. náls darba. *Nam si idem esset caecitas et cecum esse. utraque de eodem praedicarentur.* Úbe éin uuâre. blíndi únde blínt uuésen. sô uuúrtîn siu uóne éinemo dínge gespróchen. Nunc vero minime. Nû ne íst tés nîeht. *Sed cecus dicitur homo. cecitas vero homo nullo modo dicitur.* Uuánda der mán héizet plíndèr nals áber blíndi. *Opposita autem etiam haec videntur. i. privari et habitum habere. tamquam privatio et habitus.* Oúh sínt hábên únde dárbên. sámo hárto opposita. sô sélbiu hába únde dárba. *Modus enim oppositionis idem est.* Íst ter sélbo mo|dus. táz chît. 118 tísíu oppositio íst álsò getân. sò diu uórdera. *Nam sicut cecitas visui opposita est. sic caecum esse et visum habere oppositum.* Uuánda álso díu blíndi demo gesíune gágenstéllet íst. sò íst óuh plínt uuésen. únde geséhen.

De subhabitu et subprivatione. similis ratio.

Non est autem neque quod sub affirmatione et negatione iacet. affirmatio

et negatio. Táz óuh líget únder uéstenúngo. únde únder lóugene. táz ne íst nîeht sélbíu diu uéstenúnga noh sélber der lóugen. *Affirmatio namque oratio est affirmativa.* s. ut sedet. Féstenúnga dáz íst éin uéstenîg réda. *Et negatio oratio negativa.* s. ut non sedet. Únde lóugen. íst éin lóugenîg réda. *Horum vero que sub affirmatione et negatione sunt nulla est oratio.* Tíu únder dîen zuéin rédôn sínt. s. ut sedere. non sedere. Tíu ne sínt nîeht reda. *Concedantur autem etiam haec esse opposita alterutris tamquam affirmatio negationi.* Nû íehên óuh tíu uuésen opposita éin ánderên. álsô lóugen únde uéstenúnga sint. *Nam in his oppositionis modus idem est.* Íst îo der eino modus oppositionis. *Sicut enim affirmatio adversus negationem opposita est ut quod sedet ei quod non sedet.* Álso uéstenúnga gágenstéllet íst lóugene. sô dáz íst. sizzet ne sízzet. *Sic et res quae sub utroque posita est i. sedere ad non sedere.* Sô íst óuh táz únder ín béiden stât. íh méino sízzen. unde dára gagene ne sízzen.

119 Ad aliquid discernitur | ab habitu et privatione.

Quoniam autem privatio et habitus non sic opponuntur ut ad aliquid manifestum est. Uuír uuízzen dáz hába únde dárba. nîeht sólih gágenstélle ne hábint sô ad aliquid. *Non enim dicitur hoc ipsum quod est oppositi.* Táz éina ne héizet nîeht tes ánderis. *Visus enim non est cecitatis visus.* Uuánda diu gesíht ne íst tero blíndi. *Nec alio ullo modo ad ipsum dicitur.* Nóh ze ánderro uuîs ne uuírdet si kespróchen ze íro. *Similiter autem neque cecitas dicitur cecitas visionis. sed privatio visionis.* Tána mêr ne uuírdet plíndi gehéizen gesíunis plíndi. núbe darba gesíunis. *Cecitas vero visionis non dicitur.* Kesíunis plíndi ne chît nîoman. *Amplius.* Ferním îo nóh. *Ad aliquid omnia reciprocative dicuntur.* Álliu ad aliquid uuérdent kespróchen áfter úmbegánge. *Quare cecitas si esset eorum quae ad aliquid sunt utique et converteretur.* Úbe oúh tánne blíndi uuâre ad aliquid sô hábeti si úmbegáng. *Neque enim dicitur ad illud ad quod dicitur si non convertitur.* Úbe si úmbe ne gât. sô ne uuírdet si oúh nîeht gágensihtîgo gespróchen zu démo si gespróchen uuírdet. *Neque enim dicitur visus cecitatis visus.* Uuánda nîoman ne chît kesíune íst tero blíndi gesíune.

Habitus et privatio discernuntur a contrariis.

120 *Quoniam autem neque ut contraria opponuntur ea | que secundum privationem et habitum dicuntur. ex his manifestum est.* Uuîo úngelîcho oúh contrariis hába únde dárba sîn gespróchen. táz keóffenont tísiu uuort. *Quo-*

rum enim contrariorum nihil est medium. Tero contrariorum díu medium ne hábint. *Necesse est in quibus nata sunt fieri. aut item quibus praedicari. alterum ipsorum inesse semper.* Sól îo daz éina benôte ána uuesen dîen. án dîen siu múgen uuérden. únde uóne dîen uuír siu múgin spréchen. *Horum enim nihil est medium. quorum alterum necessarium erat inesse susceptibili.* Uuánda díu ne hábint medium. téro îo daz éina benôte sól ána uuésen démo hábenáhtîgen. *Ut item languore et sanitati et habundanti et perfecto.* Álso iz íst in sîechi únde in gánzi únde in únébenemo ioh ébenemo. *Quorum vero aliquid est medium. nunquam necessitas est omni esse alterum.* Tíu áber medium hábint. tîen ne íst nehéin nôt hértôn ánauuésen. *Neque enim necesse est omni susceptibili. candidum vel nigrum esse. neque frigidum vel calidum.* Uuánda nehéin nôt. ne íst corpori. dáz iz uuîz alde suárz sî. chált álde uuárm. *Horum autem medium aliquid nihil prohibet esse.* Íz mág áber ételîh sîn déro. diu únder zuískên stant (sic). *Horum autem erat aliquid medium. quorum non erat necessarium alterum inesse susceptibili.* Íz sólta óuh penôte sîn daz mitta. tô iz tero ûzerôn neuuéder uuás. *Preter | quibus naturaliter unum inest.* Âne díu lazo íh fóre [121] dîen natûrlicho îo daz éina ána íst. ána (sic) daz ánder. *Ut igni calidum esse et nivi candidum esse.* Álsô uíure héizi únde snéuue îo uuîzi ána íst. *In his autem et determinative necessarium alterum esse. et non alterutrum contingit.* Án dísên geskíhet îo guíslicho ána uuésen daz éina âne hérta. *Non enim possibile est ignem frigidum esse. neque nivem nigram.* Uuánda uíur ne mág chált sîn. nóh snê suárz. *Quare omni quidem susceptibili non est necessarium alterum inesse.* Pedíu ne íst nehéin nôt állen corporibus daz éina ána uuésen âna uuéhsal. *Sed solis quibus naturaliter unum in est.* Núbe échert tîen daz éina gesláht íst. *Et his determinative unum non alterutrum contingit.* Únde dîen daz éina guísso únueruuéhselôt íst. *In privatione vero et habitu nihil horum quae dicta sunt verum est.* Tés álles ne geskíhet nîcht in hábo únde in dárbo. *Non enim semper susceptibili necessarium est alterum eorum inesse.* Uuánda dáz íst sâr éin úngelîchi. táz íro corpori daz éina îo benôte ána ne íst. Uuío mág? *Quod enim nondum habet naturam ad videndum.* Éin uuélf taz nóh únzîtig íst ze séhenne. *Neque cecum neque visum habens dicitur.* Táz ne heizet óuh nóh ne uuéder. plínt nóh keséhende. *Ideoque non erunt haec contrariorum quorum nihil | est medium.* Pedíu ne sínt nîeht tísiu gelîh tîen contrariis. [122]

tíu âna medium sínt. *Sed neque quorum est medium.* Nîeht kelîcheren ne sínt siu dîen medium hábentên. *Necessarium enim est omni susceptibili alterum eorum inesse.* Uuánda éin uuéder sô hába sô dárba sól îo án demo corpore sîn. *Quando enim natum fuerit ad habendam visionem aut cecum aut habens visionem dicetur.* So iz êrist zîtîg uuírdet ze séhenne. sô héizet iz sâr. plínt álde geséhende. *Et horum non interminate alterum. sed alterum contingit.* s. determinate. Únde nîeht unguísso daz éina. núbe guísso geskíhet éin uuéderiz. *In contrariis autem quibus est medium. nunquam necessarium fuit omni alterum esse. sed quibusdam et his determinative unum.* Áber in dìen contrariis tíu medium hábint. ne uuírdet nîeht penòte daz éina uúnden in állên. núbe échert in súmên. únde óuh taz éina mít quíssemo námin s. sô díu héizi íst án demo uúire (sic). *Unde palam est quia secundum neutrum modum tanquam contraria opposita sunt ea que secundum privationem et habitum opponuntur.* Tánnân skînet táz hába únde dárba án íro gágenstélledo. neuuédermo modo contrariorum gelîh ne sínt. *Amplius.* Síu skéident síh oúh ze ánderro uuîs. *In contrariis quidem existente susceptibili. possibile est in alterutrum fieri mutationem.* Án éinemo [123] lîchamen mág hért uuéhsel uuérden dero contrariorum. | *Nisi alteri naturaliter unum insit. ut igni calidum esse.* Ímo ne sî échert táz éina geslâht. sô uúire íst hízza. *Namque quod sanum est. possibile est languere. et candidum nigrum fieri. et ex studioso pravum et ex pravo studiosum possibile est fieri.* Áber gesúnde uuírt sîeh. únde uuîz suárz. cûot úbel. úbel gûot. *Pravus enim ad meliores exercitationes deductus et ad doctrinas vel ad modicum aliquod proficiet. ut melior sit.* Idem quamvis proclivior est semita a bono ad malum. et difficilis transitus a vitiis ad virtutem. non tamen est impossibile. quemlibet peccatis obnoxium per confabulationem sapientum et quandam boni consuetudinem paulatim ad meliora procedere donec ad perfectionem conscendat. Scádel ménnisko ze frómôn únde ze lêro gezôhter. kerúechet îo be (sic) déro uuîlo só uílo. daz er bézero uuírdet. *Si vero semper vel modicum crementum sumpserit. palam est quia aut perfecte mutabitur aut satis multum crementum sumat.* Úbe er îo éteuuáz zû léget tánnân uuírdet er éin uuéder uílo gûot. álde uuóla gûot. *Si enim bene mobilior ad virtutem fiet. vel quodcunque crementum sumpserit a principio.* Úbe er uuóla uáhet ze túgede. álde er síh zu êrist íeht pézerôt. *Ex hoc etiam verisimile est. amplius eum sumere crementum.* Tánnân mág

man ín uuânen óuh férròr geruc|chen. *Ex hoc dum semper sit. perfecte* 124
in contrarium habitum restituetur. Únde dáz îo ána tûendo. chúmet er in ándere chúst. *Nisi forte tempore suspensum sit.* Íz ne uuérde únderno-men. únde uóne díu ze léibo uuérde. *Verum in privatione et habitu. pos-sibile est mutationem in alterutrum fieri.* In hábo únde in dárbo mág uuóla uuérden uuéhsel. des éinen ín daz ander. *a habitum in privationem fit mu-tatio. a privatione vero in habitum inpossibile est.* Ter uuéhsel mág uuér-den fóne hábo ín dárba náls áber uóne dárbo ín haba. *Neque enim cae-cus factus. rursus videt.* Uuánda erblíndetêr. nîo dára nâh ne uuard ke-séhentêr. *Neque cum esset calvus. rursus comatus est factus.* Nóh chálo uuórtenêr. ne uuárd ánderêst keuáhsêr. *Neque cum esset sine dentibus. dentes ei iterum orti sunt.* Nóh zánelôs uuórtenêr ánderêst ne zánta.

Affirmatio et negatio discernuntur a ceteris.

Quaecunque vero tamquam affirmatio et negatio opposita sunt. palam est. quia nullo perdictorum modo opposita sint. Nû íst guís. táz áber lóugen únde uéstenúnga. ín sélbên gágenstéllet ne sínt. nâh téro uuîsûn dero án-derro. *In solis enim istis necessarium est semper. aliud quidem eorum ve-rum esse. aliud autem falsum.* An dísên éinên. íst îo daz éina uuâr. daz ánder lúgi.

Contradictio discernitur | a contrariis. 125

Neque enim in contrariis necessarium est semper. alterum verum esse al-terum falsum esse.

Contradictio discernitur ab ad aliquid.

Neque in his que ad aliquid sunt.

Contradictio discernitur ab habitu et privatione.

Neque in habitu et privatione. An dien êrerên drín modis. ne uíndet nîo-man uuâr nóh lúgi. *Ut sanitas et languor contraria sunt et neutrum neque verum est. neque falsum est. Simile autem et duplum et dimidium. tan-quam relativa opposita sunt. et non est eorum neque verum neque falsum. Sed neque ea quae secundum privationem et habitum sunt. sicut visio et ce-citas.* Tísíu dríu exempla sínt âne lóugen. únde âne uéstenúnga. *Omnino autem eorum quae secundum nullam complexionem dicuntur. nihil neque verum neque falsum est. Porro omnia quae dicta sunt. sine complexione dicuntur.* Álliu éinlúzzíu uuórt. ne sínt ne uuéder uuâr nóh lúgi. Tísíu

nû gespróchenen exempla. sínt álliu éinlúzzíu. sô dáz íst sanitas. languor. Únde duplum dimidium únde cecitas visus.

De complexim dictis oppositis.

Sed et maxime videbitur hoc tale contingere in his quae secundum. complexionem contraria dicuntur. Állero guíssôst múgen dóh keskéhen. uuâr únde lúgi in contrariis. Uuénne íst táz? Sô man síu sprichet zesámine geléitero uuórto. *Sanum namque esse socratem. ac languere socratem. contrarium est.* Álso dáz nû in zesámine gelégetên uuórten contrarium íst. 126 sîeh uuésen socratem. únde gesúnde uué|sen socratem. *Sed neque in his contrarium est. semper alterum verum aut falsum esse.* Ióh nóh tánne. ne íst nîeht îo daz éina uuâr. daz ánder lúgi. Éteuuénne mág iz sîn. *Cum enim sit socrates. erit aliud quidem verum. aliud autem falsum.* Tia uuîla er lébet. sô íst taz éina uuâr. daz ánder lúgi. *Cum vero non sit. ambo falsa sunt.* So uuénne ér neíst. sô sínt síu béidiu lúgi. *Neque enim languere neque sanum esse. verum est. cum ipse socrates omnino non sit.* Uuîo mág er gesúnde álde sîeh sîn. tánne ér sélbo ne íst? *In privatione vero et habitu cum non sit. neutrum verum est. Cum sit non erit alterum verum.* In hábo únde in dárbo. úbe ér neíst. uuîo mág tánne uuâr sîn teuuéder? Táz íst tîen contrariis kelîh. Únde áber íst. taz éina dóh uuílon uuâr ne íst. Táz íst áber ungelîh ten contrariis. *Habere namque visum socratem. ad id quod est cecum esse socratem. oppositum* dero hábo. únde dárbo. *Et cum sit. non necessarium est. alterum verum vel falsum esse.* Únde ímo lébendemo neíst nehéin nôt ein uuésen uuâr. daz ánder lúgi. *Cum enim nondum natus est habere. utraque falsa sunt. et visum eum habere. et cecum eum esse.* Êr sînemo zîte. sínt péidiu lúgi. socratem geséhen. ióh plínt uuésen. *In affirmatione autem et negatione semper sive non sit. sive sit. aliud quidem erit falsum. aliud autem verum.* Áber uéstenôndo. 127 únde | lóugenendo. sacrates sî. álde ne sî. uuírdet îo daz éina uuâr. daz ánder lúgi. *Languere namque socratem et non languere socratem. cum ipse sit. palam est. quia alterum eorum verum. alterum autem falsum est.* Tero zuéio. socratem sîechelôn únde ne sîechelôn. únz er íst. uuírdet éin uuâr. daz ánder lúgi. *Et cum non sit similiter.* Únde so er neíst. sô sámo. *Languere et enim cum non sit. falsum est. non languere autem verum.* Sîechên dóh er ne sî. dáz íst kelógen. Ne sîechên íst uuâr. *Quare in his solis proprium erit. semper alterum eorum verum. semper alterum fal-*

sum esse. quaecunque tamquam affirmatio et negatio opposita sunt. Fóne díu íst îo daz éina uuâr. daz ánder lúgi. dánne néin únde iáh. éin ánderèn begágenent.

Hucusque de differentiis oppositorum. Sequitur adhuc de contrariis.

quod aliquando quae mala sunt. simul malis et bonis contraria sint.

Contrarium autem est bono quidem ex necessitate malum. Úbel íst îo benôte uuíderuuártîg cûote. *Hoc autem palam est. per singulorum inductionem.* Táz skînet sâr fóne éinzèn gegébenên exemplis. *Ut sanitati languor. et iustitiae iniustitia. et fortitudini debilies.* Álsô sîechelhéit íst kesúndedo. únde únreht réhte. únde uuéichi dero stárchi. *Malo autem aliquando quidem bonum est contrarium. et aliquando malum.* Áber úbel íst uuîlôn gûot uuíderuuártîg. uuîlôn éin ánder úbel. *Egestati enim cum sit malum. superabundantia contrarium | est. cum etiam ipsa sit malum.* Kéisen únde [128] úrgúse sínt uuíderuuártîg. únde béidiu dóh úbel. *Sed in paucis hoc tale quilibet inspiciet. s. ut malum malo sit contrarium.* Séltenôr uíndet man dáz éin skádo sî ándermo uuíderuuártîg. *In pluribus vero semper malum bono contrarium est.* Óftôr íst úbel gûote uuíderuuártîg.

Non sicut relativa semper simul esse contraria.

Amplius. Contrariorum non necessarium est. si alterum sit. et reliquum esse. Ferním óuh. táz éin contrarium uuóla uuésen mág s. in corporibus âne daz ánder. *Sanis namque omnibus. sanitas quidem erit. languor quidem non erit.* Uuánda ín állèn ganzèn. íst kesúndeda. âne sîechelhéit. *Simile autem cum omnes sunt albi. albedo quidem erit. nigredo non erit.* Únde dâr sie álle uuîz sínt. álso álbize. târ ne íst nehéin suárz. *Amplius.* Ferním nóh. *Si socratem sanum esse ad id quod est socratem languere contrarium est.* Úbe uuíderuuártîg íst. ten mán gesúnde uuésen. únde sîeh uuésen. *Cum verum sit possibile utraque simul esse eidem.* Sîd siu ímo béidiu ne múgen sáment ána sîn. *Non erit possibile. cum alterum contrarium sit et reliquum esse.* Sô íst únmáhtlîh. tár daz éina íst taz ánder dáz ímo uuídere íst. sáment ímo dâr uuésen. *Cum enim sit socratem sanum esse.* Sô sócrates gesúnde íst. *Non erit languere sanum | socratem.* Sô ne [129] mág er gesúndêr. sîeh uuésen.

Quibus inesse possint contraria.

Palam vero est quia et circa idem aut specie aut genere. naturam habent fieri contrarietates. Án dîen múgen uuérden contrarietates. tíu éin sínt

specie. álde genere. i. tíu éin speciem. álde éin genus hábint. *Languor namque et sanitas in corpore animalis. naturam habet fieri.* kesúndeda únde sîechi. sínt kesláht tîen corporibus animalium. fóne díu íst animal dero corporum genus. *Albedo autem et nigredo simpliciter in corpore.* Áber uuîzi únde suárzi. uuírdet kelîcho. án lébentemo. únde únlébentemo corpore. Pedíu íst corpus íro allero genus. *Iustitia vero et iniustitia in anima.* Réht únde únreht án dîen sêlôn déro ménniskôn. Pedíu íst homo íro species.

Ubi possint investigari contraria.

Necessarium autem est omnia contraria vel in eodem genere esse vel in contrariis generibus. vel ipsa genera esse. Nôt íst táz állíu contraria in éinemo genere stándên. álde in zuéin uuíderuuártîgên. álde síu sélben sîn genera. *Album enim et nigrum in eodem est genere. Color enim genus eorum est.* Uuîz únde suárz sínt in éinemo genere. Fáreuua íst íro genus. *Iustitia vero et iniustitia in contrariis generibus. Illius enim virtus. huius* 130 *autem nequitia genus est.* Réht | unde únreht. sínt ín uuíderuuártîgen generibus. álso túged únde árg sínt. *Bonum vero et malum non sunt in genere. sed ipsa sunt genera. aliquorum existentia.* Áber gûot únde úbel ne sínt níeht ín demo genere. síu sínt sélben ánderro genera.

De priore.

Prius autem alterum altero dicitur. quadrupliciter. Latine uuírdet prius ze uíer uuîsôn gespróchen. i. *Primo quidem et proprie secundum tempus.* Ze êrist únde állero réhtôst. zît meinendo. *Secundum quod scilicet antiquius alterum altero et senius dicitur.* Nâh tíu éin díng héizet êrera. únde altera dánne daz ánder. *In eo enim quod tempus amplius est. in eo antiquius et prius dicitur.* Uuánda des zîtis mêr íst. fóne díu chît man iz sî êrera. únde altera. II.

Secundo autem quod non convertitur secundum subsistendi consequentiam. Ánderêst uuírdet táz prius kespróchen. táz nîeht umbe ne gât. án dero nôtfólgúngo des uuésennes. *Ut unus duobus prior est.* Álso éin êrera íst. únde êrera héizet. tánne zuéi. uuánda uóne éinemo chóment zuéi. Uuáz sínt zuéi. âne zuírort éinez? *Duobus enim existentibus mox est consequens unum esse. Uno autem existente. non necessarium est. duo esse.* Úbe zuéi sínt. sô íst éin benôte. íst áber éin. sô neíst zuéio nehéin nôt. *Id* 131 *circo non convertitur ab uno consequen|tia. ut sit reliquum.* Pedíu ne gât

iz úmbe. so éin íst sáment zuéin. táz zuéi sîn mít éinemo. *Prius autem videtur illud esse. a quo non convertitur. in eo quod est esse consequentiam.* Hoc est. prius est quod non habet consequentiae suae necessitudinem. Unum consequitur duos. et prius est. duo vero unum non necessario consequuntur. Táz íst êrera. des consequentia nîeht úmbe ne gât. III. *Tertio vero secundum quendam ordinem prius dicitur.* Ze déro drítûn uuîs chît man prius. sô iz ordinem bezéichenit. *Quem ad modum in disciplinis et in orationibus.* Álso iz féret in lírnúngon únde in rédon. *Nam et in demonstrativis disciplinis est prius et posterius per ordinem.* Táz man zéigondo lêren sól. án démo íst éinez êr in órdeno. dánne ánderez. *Elementa enim priora sunt his quae describuntur per ordinem.* Ánaléita des uuérchis. sínt îo êr in órdeno. êr sélbez táz uuérch. In geometrica sól man êr lêren. uuáz punctum sî. únde línea únde figura. êr man begínne sélbun die figuras scáfôn ûzer dîen lineis. *Sed in gramatica elementa priora sunt sillabis.* Pûohstába hábint óuh in gramatiche érerûn ordinem dánne sillabe dîe ûzer ín uuérdent. *Et in oratione simile.* Sô uéret iz óuh in redo. *Proemium enim prius est narratione per ordinem.* Tíu uóresága i. prefatio. día rehtores (sic) héizent exordium. díu íst êr in órdeno. dánne sélbiu diu sága. IIII. |

Amplius. supra ea quae dicta sunt. quod melius est et honorabilius. prius naturaliter esse videtur. Úber díu. héizet îo nóh prius. taz pézera. únde êrhaftera íst. *Consueverunt autem et plurimi. priores dicere apud se. honorabiliores et magis a se dilectos.* Cnûoge uuéllen únder ín. dîe héizen priores. tîe ín uuérderen únde lîeberen sínt. tánne ándere. *Est quidem et pene alienissimus horum hic mos.* Tér síto íst tóh nâh ter únréhtesto. *Modi qui dicti sunt de priore. sunt isti.* Sús mániga uuîsa sprîchet man uóne priore. V. 131

Videtur autem preter eos qui dicti sunt. alter esse prioris modus. Âne díse uîere íst îo nóh éin modus prioris. *Eorum enim quae convertuntur secundum essentiae consequentiam.* Téro díu úmbegang hábint íro míteuuíste. íh méino dáz îo uuéderez nôte mít ándermo íst. *Quod alterius alteri quomodolibet causa est. digne prius natura dicitur.* Sô uuéderez téro dáz ánder récchet. taz héizet mít réhte natûrlîcho daz êrera. *Quia vero sunt huiusmodi. palam est.* Mán bechénnet uuóla sô getâniu. *Esse namque omnem (sic). convertitur. ad veram de se rationem.* Tes ménnisken. s. únde

îouuéles tínges uuésen. hábit úmbegáng mit sînes uuésennes keiíhte. *Secundum essentiae consequentiam.* Áfter sámintuuíste. s. îo uuéderis mít
133 ándermo. *Nam si est homo.* | *vera oratio est qua dicitur quia homo est.* Úbe ménnisko ist. sô íst tíu geiíht uuâr. dáz er sî. Et homo convertitur. quia est. *Nam si vera oratio est qua dicitur. quia homo est.* Únde úbe díu geiíht uuâriu íst. táz er sî. sô gât úmbe dáz oúh er benôte íst.

Huc usque de conversione. nunc quid eorum prius sit.

Est autem quidem vera oratio. nequaquam causa. quod sit res. Nû ne íst tíu uuârra réda nehéin machúnga des tíngis. *Verum tamen videtur quodammodo res causa. ut sit oratio vera.* Áber daz díng. máchôt tia réda uuârra. *Cum enim res est aut non est. vera oratio aut falsa dicatur necesse est.* Úbe sélbez taz tíng íst. álde ne íst. târ áfter uuírdet tíu réda uuârriu. álde lúkkiu. *Ideoque secundum quinque modos prius alterum altero dicitur.* Fóne díu chît man ze uínf uuîson. éin demo ándermo uuésen êrera.

De his quae simul sunt.

Simul autem dicuntur simpliciter quidem et proprie. quorum generatio est in eodem tempore. Mán chît uuésen sáment in álaríhte. únde guíssôst. in éinero uríste mít éin ánderên uuórteníu. *Neutrum vero neque prius neque posterius est eorum.* Téro ne uuéder ne uerrúcchet taz ánder. s. álso diu súnna únde íro skîmo. *Simul itaque haec dicuntur. secundum idem tem-*
134 *pus.* Tísíu chît man sáment uuésen. íro éina zît ána se|hendo. II. *Naturaliter autem simul sunt. quaecunque convertuntur quidem. secundum id quod est esse consequentiam.* Tíu sínt áber natûrlicho úngeskéiden. tíu uóne éin ánderên íro uuésen hábint. *Sed nequaquam causa est alterum alteri. ut sit.* Únde doh ne uuéderiz máchunga ne íst. tes ánderis. *Ut in duplo et medio. Convertuntur et enim haec.* Álso zuíuált unde hálblîh. Tíu gânt úmbe. *Nam cum sit duplum. est medium. et cum sit medium. est duplum. sed neutrum causa est ut sit.* Síu sínt îo sáment. síu ne múgen âne éin ánderíu nîeht. íro ne uuéder ne máchôt toh táz ánder. III.
Dicuntur simul naturaliter et quae ex eodem genere e diverso dividuntur. ab invicem. Tíu sínt oúh sáment natûrlîcho. díu ûzer éinemo genere dîezent. *E diverso autem dividi alterutrum dicuntur.* Tíu chît man állenhálbôn ûz tîzen (sic). *Quae secundum eandem divisionem sunt.* Tíu gelîcho skéitúnga tuont. *Ut gressibile. volatile. et aquatile.* Álso gâendez. flîe-

gendez. suúmmendez. *Haec enim alterutrum e diverso dividuntur. quae sunt ex eodem genere.* Tíu skídônt síh kelîcho fóne éin ánderên. tíu ûzer éinemo genere síh strángont. *Animal namque dividitur in haec. in volatile. et gressibile. et aquatile.* Animal uuírdet keskídòt. in ulígendez. gâendez. suúmmendez. *Et nihil horum prius vel posterius est.* Únde | déro 135 nehéin ne uerrúcchet taz ánder. *Sed simul per naturam haec esse videntur.* Sáment kíbet siu diu natura. *Dividitur autem et singulum horum in species rursus. ut gressibile animal. et volatile. et aquatile.* Téro îo uuélèz (sic). íh méino gressibile. uolatile. aquatile. kât áber in species. *Erunt ergo et illa simul naturaliter quaecunque ex eodem genere secundum eandem divisionem sunt.* Tíu uóne îo uuélemo genere déro drío inében chóment. tíu sínt óuh sáment. *Genera vero semper priora sunt.* Genera uerskîzent ìo diu species. *Neque enim convertuntur secundum quod est esse consequentiam.* Nóh úmbe ne gânt síu áfter míteuuíste. *Ut cum sit aquatile. animal est.* Âlso animal mít aquatili íst. *Cum vero sit animal. non est necesse ut sit aquatile.* Nóh áber aquatile nîeht penôte ne íst mit anîmali.

Repetitio.

Simul ergo per natura dicuntur. quecunque convertuntur quidam secundum quod est esse consequentiam. sed nequaquam causa est alterum alteri ut sit. Nù sínt réhto díu sáment. éin ánderên nôtfólgîg sínt. únde ne uuéder ánder ne récchet. *Et ea quae ex eodem genere e diversa dividuntur ab invicem.* Únde óuh tíu ûzer éinemo genere síh strangont. *Et simpliciter simul sunt. quorum generatio in eodem est tempore.* Únde sáment sínt sléhto ze ságenne. díu sáment uuórteniu sínt.

De motu. 136

Motus autem sunt species sex. Séhs species sínt tero uuágo álde des uuéhsales. *Generatio.* kebúrt. *corruptio.* uuárteda. *Augmentum.* Mèrúnga. *Diminutio.* Mínnerúnga. *Alteratio.* Ánderlîchi. *Secundum locum mutatio.* Fúrder rúccheda. *Alii itaque motus palam est. quia alii ab invicem sunt.* Álle motus skéident síh óffeno fóne éin ánderên. *Non est generatio corruptio.* Péren. ne íst nîeht eruuórteni. *Neque augmentum diminutio.* Noh uuáhsen suînen. *Neque alteratio secundum locum mutatio.* Nóh anderlîchi. ne íst stéte uuéhsel. *Similiter autem et alii.* Álso úngelîh sínt sie álle éinánderen.

Quod alteratio a ceteris falso videatur non discepere.

In alteratione vero habet quandam questionem. Án dero ánderlîchi. mág man zuîuelòn. *Ne forte necessarium sit id quod alteratur per aliquam reliquorum motionem alterari.* Úbe óuh penôte éin ánder uuéhsal. ánderlîchi sî. *Hoc autem non est verum.* Tés ne mág áber nîeht sîn. *Nam pene secundum omnes passiones aut plures alterari accidit. nulla aliarum motionum communicante.* Uuánda uóne állen passionibus álde nâh állên. sô hízza. únde uróst sínt. keskíhet ánderlîchi. âne ándere uuéhsela. *Nam neque augeri necessarium est. quod per passionem movetur neque imminui.* 137 Táz skînet fóne díu. uuánda nehéin nôt | ne íst kemêrôt uuérden álde gemínnerôt. taz síh uuéhselôt fóne passionibus. *Similiter autem et in aliis.* Sámo úngeméine íst iz óuh tien ánderên motibus. *Ideoque alia erit preter alios motus alteratio.* Pedíu íst alteratio keskéiden fóne ín állên. *Nam si eadem esset oportebat id quod alteratur mox et augeri et minui.* Úbe iz éin uuâre. sô sólti dáz tir keánderlîchôt uuírdet. sâr uuáhsen. únde suînen. *Vel quandam aliarum motionum consequentiam fieri.* Álde ételîcha sámintuuíst hábin dero ánderro uuéhsalo. *Sed non est necesse.* Nû ne íst tes nehéin nôt. *Similiter autem et quod augetur aut aliqua alia motione movetur. alterari oportebat.* Sô sólti oúh keanderlîchôt uuérden táz tir uuáhset. álde ze dehéinero uuîs síh uuéget. *Sed sunt quedam crescentia que non alterantur.* Tés ne mág nîeht sîn. uuánda gnûgíu (sic) uuáhsent. tíu síh nîeht ne ánderlîchônt. Ut quadrangulum uóne gnomone zûgelégetemo uuáhsit. únde nîeht kéanderlîchôt ne uuírdet. Tíz íst quadrangulum □. Sô ist tiz gnomo. ⌐ Lége zesámine díu zuéi. so íst iz 138 áber quadrangulum ⊞ Mêrôra íst iz. | náls ánderlichôra. *Sic et in aliis huiusmodi.* Sô íst íz óuh keskéiden fóne dîen ánderên motibus. *Quare alii sunt motus ab invicem.* Pedíu sínt keskéiden álle motus.

De contrarietate motuum.

Est autem simpliciter quidem motui quies contrarium. Keméinlîcho ze ságênne. íst stílli uuágo uuíderuuártîg. *His autem quae per singula sunt. generationi quidem corruptio. augmento autem diminutio.* Aber éinzên ze ságenne. ist iruuérden uuíderuuártîg pérenne. Also án demo bóume éin ást iruuírdet. ánderer piret. Uuíderuuártîg íst óuh suînen uuáhsenne. *Secundum vero locum mutationi. secundum locum quies maxime videtur oppositum esse.* Sô íst óuh uuíderuuártîg ín stéte stân. demo rúcchenne.

Et forte in contrarium locum motatio (sic). Únde sêlbez rúcchen in uuíderuuártîge stéte. *Ut ei quae inferius est. ea quae superius est. et ei quae superius est. ea quae inferius est.* Álso ûfrúcchen. uuíderuuártîg íst temo níderrúcchen. *Reliquorum vero assignatorum motuum.* s. qui sunt in sexta specie. *non facile est assignare quid est contrarium.* Uuáz áber uuíderuuártîg sî démo séhsten uuéhsale. dáz íst únsénfte ze ságenne. *Videtur autem neque esse aliquid contrarium.* Ímo ne íst sâr nîeht uuíderuuártîg. | *Nisi quis et in hoc secundum qualitatem quietem opponat. aut in contrariam qualitatis motationem.* Mán ne chéde oúh hîer dero qualitatis únuuéhsal. íro uuéhsale uuíderuuártîg sîn álde uuéhsal dero éinûn in ándera uuíderuuártîga. *Sicut et in motatione secundum locum. aut in contrarium locum motionem.* Álso iz oúh férit in stíllo stânne. únde únstillo. álde in uuíderuuártiga stát ze uárenne. sô er uóre chád. *Est autem alteratio motatio secundum qualitatem.* Nû íst réhto ánderlîchi uuéhsal uuîolichî. *Quapropter opposita erit secundum. qualitatem motationi secundum qualitatem quies.* Pedíu íst íro uuéhsal. únuuéhsale uuíderuuártîg. *Aut in contrarium motatio qualitatis.* Álde dero éinûn uuéhsal. in ándera uuíderuuártîga. *Ut album fieri. ad id quod est nigrum fieri.* Álsô uuideruuártîg uuéhsal íst uuîz uuérden. demo suárz uuérden. *Alteratur enim. in contraria qualitatis. motatione facta.* Uuánda iz ánderlîchôt síh. éinero qualitate feruuéhselôtero in ándera uuideruuártîga.

139

De habere.

Habere autem multis dicitur modis. Hábên uuírdet kespróchen. ze mánegên uuîsôn. *Aut enim. s. dicimur habere. tamquam habitum et affectum. aut aliam quamlibet qualitatem.* Únsíh chît man háben qualitatem. fésta únde únuésta. álde ételîcha qualitatem. *Dicimur enim disciplinam habere. atque virtutem.* Uuánda únsih chît | man háben líste. únde túgede. dáz sínt qualitates. *Aut ut quantitatem.* Álde ételîcha geuuást (sic). *Ut quod contingit ei qui habet magnitudinem.* Álso man démo chît. tér mícheli hábit. *Dicitur enim bicubitum.* Oúh chît man éteuuáz háben án ímo zuéio élnôn léngi. *Aut ea quae circa corpus sunt.* Álde chît man únsih ána háben. *Ut vestimentum. vel tunicam.* Álso uuír éigen den rógh. únde ándera uuât. *Aut in membro. ut in manu anulum* (sic). Alde án dien líden. sô uuír daz fíngeri éigen. *Aut ut membrum ut manum vel pedem.* Alde die líde án demo lîchamen. sò uuír hénde únde fûze (sic) éigen. *Aut in vase. ut*

140

modius grana tritici. aut languena (sic) *vinum. Vinum enim habere languena dicitur et modius grana tristici.* In díutiskûn chédên uuír. táz uáz kehébit ten uuîn. ter ság (sic) kehébit táz chórn. *Haec igitur omnia habere dicuntur. ut in vase. Aut ut possessionem. Habere enim domum et agrum dicimur. Aut etiam. uxores habere sed et uxor virum.* Uuír chédèn únsíh háben. dáz in uázze íst. ióh ál dáz in únserro geuuálte íst. Hûs únde éigen. únde chénûn ióh sia chédên uuir háben chárel. *Sed videtur alienissimus. qui nunc dictus est modus esse. in eo quod est habere. Nihil enim aliud uxorem habendo significamus nisi quia cohabitat.* Táz íst tóh uérrôst fóne réhtemo gechôse. táz man chît chénûn háben. uuánda iz échart míteuuíst méinet. *Forte tamen et alii quidam apparebunt modi. de eo quod est habere. Sed qui consuerunt dici. pene omnes enumerati sunt.* Mág keskéhen. táz man óuh ze ánderro uuîs chît háben. diz íst tóh kéngesta.

Prefatiuncula in peri ermenias.

Aristotiles scréib cathegorias. chúnt ze tûenne. uuáz éinlúzzíu uuórt pezéichenên. nû uuíle er sámo chúnt ketûon in perierminiis. uuáz zesámine gelégitíu bezéichenèn. an dîen verum unde falsum fernómen uuírdet. tíu latine héizent proloquia. Án dîen áber ne uuéder uernómen ne uuirdet. tíu eloquia héizent. téro uersuîgêt er án disemo bûoche. Uuánda óuh proloquia geskéiden sínt. únde éiniu héizent simplicia. dâr éin verbum íst. ut homo vivit. ánderíu duplicia. dâr zuéi verba sínt. ut homo si vivit spirat. sò lèret er hîer simplicia. in topicis lèret er duplicia. Fóne simplicibus uuérdent predicativi syllogismi. fóne duplicibus. uuérdent conditionales syllogismi. Nâh peri ermeniis. sól man lésen prima analitica. târ er béidero syllogismorum keméina regula syllogisticam héizet. tára nâh sól man 142 lésen secunda ana|litica. târ er súnderîgo lêret predicativos syllogismos. tîe er héizet apodicticam. ze iúngist sól man lésen topica. án dîen ér óuh súnderîgo lêret conditionales. tîe er héizet dialecticam. Tíu partes héizent sáment logica. Nû uerním uuío er díh léite zûo dîen proloquiis.

Incipit liber peri ermeniâs (sic).

Intentio libri prima est.

Primum oportet constituere. quid sit nomen. et quid verbum. postea quid negatio et affirmatio. Ze èrist sól man ságèn. uuáz nomen. únde verbum

sî. ûzer dien negatio uuírdet. únde affirmatio. tára nâh. uuáz síu sélben sîn. *Et enuntiatio. Et oratio.* Únde uuáz óuh tés genus sî. i. oratio. *Sunt ergo ea quae sunt in voce* i. ipsae voces. *earum quae sunt in anima passionum* i. conceptionum *notae. et ea quae scribuntur* i. literae. *eorum quae sunt in voce.* i. vocum. Ferním ze êrist. táz tíu genámden séhsíu voces sínt. Samo so er cháde. Nomen. Verbum. Negatio. Affirmatio. Enuntiatio. Oratio. sínt óffenúnga. únde zéichen dero gedáncho. únde áber íro zéichen sínt litere. Tíe sélben gedáncha. tûont tero sêlo ételicha dólúnga. sô sie conceptae uuérdent in anima. Pedíu héizet er sie | pas- 143 siones animae. *Et quem ad modum nec literae omnibus eaedem sic nec eaedem voces.* Únde álso állero líuto scrífte nîeht kelîh ne sínt. tána mêr ne sínt íro sprâcha. *Quorum autem hae primorum notae. eaedem omnibus passiones animae sunt.* Quorum únde primorum. dáz sínt neutra. fúre feminina. Íz chît. Eaedem passiones animae sunt omnibus gentibus. quarum primarum. s. passionum. hae voces notae sunt. Allên líuten sínt tie uóre gedáncha gelîh. téro zéichen die voces sínt. *Et quorum hae similitudines. res etiam eaedem.* i. res etiam eaedem sunt. quarum hae s. passiones. similitudines sunt. Ióh tíu díng téro gelîhnísse díe gedáncha sínt. sínt in állên stéten îo diu éinen. Sô éiueríu díng sínt. únde sûezíu. únde hólz íst. únde stéina. góld únde sílber. únde andere creaturae. Tíu bíldôt taz mûot. so iz tar ána dénchit. *De his quidem dictum est. in his quae sunt dicta de anima.* Íz chît. in his quae dicta sunt de anima. i. de intellectibus animae de his quidem satis dictum est. Fóne déro sêlo uernúmiste. íst nû ze mâle gnûge geságet. *Alterius est negotii.* Éines ánderes uuérchis íst. fóne íro passionibus ze ságenne. *Quem ad modum autem est in anima. aliquotiens quidem intellectus sine vero vel falso. aliquotiens autem* s. est *cui iam necesse est.* | *horum alterum inesse. sic etiam in voce.* 144 Tíu uuórt hábint kelîhnísse. dero gedáncho. Álso uuîlôn gedáncha sínt. nóh uuâr. nóh lúgi. únde áber sâr. éin uuéder sínt. sô sínt óuh tíu uuórt. tíu ín uólgent. *Circa compositionem autem et divisionem. est falsitas. veritasque.* Substantiam. únde accidens zesámene légendo. álde skéidendo. uuírdet uuâr álde lúgi. Lége homo. únde currit zesámine. sô chît iz homo currit. táz íst uuâr álde lúgi. Skéid síu mít temo adverbio non. sô chît iz homo non currit. táz íst áber éin uuéder. uuâr. álde lúgi. *Nomina igitur ipsa et verba. consimilia sunt intellectui. sine compositione. vel*

divisione. i. sine est vel non est. Sléhtiu uuórt. sínt kelîh. slehtero uernúmiste. tánne siu béidiú sínt âne uéstenúnga. únde âne lóugen. uuánda íro ne uuéder íst tánne lúgi. nóh uuâr. *Ut homo vel album. quando non additur aliquid. Neque enim adhuc verum aut falsum est.* Also déro ne uuéder nóh tanne uuâr. nóh lúgi. ne íst. úbe man dénchit. álde chît. homo vel album. mán ne lége îeht tára zû. *Huius autem signum hoc est.* Íh kíbo dir dés exemplum. táz uuâr. nóh lúgi ne íst. tóh iz sî compositum. *Hircocervus enim significat aliquid.* Hircocervus pezéichenet. táz 145 péidíu sáment íst. póg ióh | hírz. únde íst compositum nomen. *Sed quod nondum est verum vel falsum.* Íz íst áber sólih nomen. dáz uuâr. nóh lúgi. ne bezéichenet. *Si non vel esse vel non esse addatur. vel simpliciter. vel secundum tempus.* Mán ne spréche verbum dára zû. sléhto âne tempus. álde mít tempore. Dáz chît er. uuánda presens échert keskéite dero temporum íst. únde áber praeteritum. ióh futurum. sélbin die tempora sínt. Tû ne chédêst. hircocervus est vel fuit. vel erit. ánderês ne mág iz sîn. uuâr. nóh lúgi. dóh iz compositum sî.

Quid sit nomen.

Nomen est vox significativa. Nomen íst éin bezéichenlîh stímma. únde éin bezéichenlîh uuórt. tes tínges. tes námo iz íst. *Secundum placitum.* Áfter dero gelúbedo. dîe iz êrest fúnden. *Sine tempore.* Áne dia (sic) bezéichenníssida temporis. tíu án verbo íst. *Diffinitum.* Kuíssa uernúmist hábintiz. únde guíssa bezéichenníssida. *Cuius nulla pars est significativa separata.* Tés syllaba. álde dés litera dúrh síh nîeht ne bezéichenit. *In nomine enim quod est equiferus. nihil per se significat.* Uuánda éin uuórt íst equiferus. fóne díu ne hábet túrh sîh nîeht pezéichenníssedo sîn pars ferus. *Quemadmodum in oratione. quae est equus ferus.* Sô íz hábet án déro rédo. i. péitîg ros. uuánda ferus tánne nîeht ne íst pars nominis. 146 núbe sélbez nomen. | *At vero non quem ad modum in simplicibus nominibus. sic se habet et in compositis.* Íz ne uérit nîeht kelîcho in éinlien (lege: einlichen) uuórten. únde zesámene gesáztên. *In illis enim nullo modo pars significativa est. in his autem vult quidem* i. imaginationem habet significationis. Án dien simplicibus ne íst nóh. tés kelîh. an dîen compositis péitet iz síh taz pars. únde tûot tés kelîh. sámo so iz îeht pezéichenne. *Sed nullius separati.* i. nulla separatae partis significatio est. Îo dóh ne pezéichenet iz nîeht túrh síh. *Ut in equiferus.* Álso iz skînet án demo

nomine equiferus. Sîn pars tûot álso iz hábe dúrh síh significationem. téro iz nîeht ne hábit. *Secundum placitum vero. quoniam naturaliter nominum nihil est. sed quando fit nota.* s. illa naturalis est. Íh ([1]) chád nomen uuésen bezéichenlîh. áfter gelúbedo. uuánda iz natûrlicho ne uuírdet. so súmelîh ándir zéichenúnga tûot. *Nam designant et inliterati soni. ut ferarum. quorum nihil est nomen.* Táz chád íh fóne díu. uuánda dero tîero stímma. hábent natûrlîcha bezéichenníssida. únde ne sínt nîeht nomina. Pedíu sínt nomina geskéiden. fone dîen stímmôn dero tîero.

De his que possunt videri nomina.

Non homo vero non est nomen. Latine non homo álde in díutiskûn nîmén|nisko. ne íst nîeht nomen. *At vero nec positum est nomen. quo illud oporteat appellari.* Nóh ôuh sâr uúnden ne íst. uuîo man íz héizen súle. *Neque enim oratio aut negatio est sed sit nomen infinitum.* Íz ne mág héizen oratio. sine verbo. Íz ne mág héizen negatio. sine vero et falso. Nû héizên iz nomen infinitum. táz chît únguis námo. uuánda iz állíu díng méinen mág. âne ménnisken. únde dóh téro nehéin guísso ne méinet. *Catonis autem vel catoni. et quaecunque talia sunt. non sunt nomina. sed casus nominis.* Obliqui casus ne sínt oúh nîeht nomina. uuánda nîoman ne héizet catonis. nóh catoni. íz sínt uuéhsela des nominis. Casus íst flexio. táz chît chêr. flexio íst alteratio. táz chît ánderlîchi. alteratio íst mutatio. táz chît uuéhsel. fóne díu sínt casus uuéhsela. *Ratio autem eius idem nominis. est in aliis quidem* s. vocibus casuum. *eadem.* Aber diffinitionem nominis. fíndest tu án sînên casibus. Also cato íst vox significativa secundum placitum. sô íst óuh catonis únde catoni. *Sed differt.* Íst aber dóh keskéiden. *Quoniam cum est vel fuit vel erit adiunctum* i. adiunctus casus. *neque verum neque falsum est. nomen vero semper.* Uuánda casus mit verbo. ne tûot lóugen. nóh keiíht. nomen tûot áber. *Ut catonis est vel non est. Non dum enim aliquid. neque verum dicit. neque falsum.* Tû ne légest mêr zû. | sô ne íst iz. uuâr. nóh lúgi.

Quid sit verbum.

Verbum autem est. quod consignificat tempus. Verbum íst. táz sament actione. álde sáment passione. presens álde preteritum álde futurum tempus pezéichenet. *Cuius pars nihil extra significat.* Tés pars nîeht túrh

---

([1]) Es steht I'z.

síh ne bezéichenet. *Et est semper nota eorum quae de altero predicantur.* Únde íst iz îo bezéichenénde éin déro. díu uóne ánderên gespróchen uuérdent. sô actio tûot. únde passio. únde állíu accidentia. Uuánda síu uuérdent îo gespróchen. fóne íro subiecto. *Dico autem quoniam consignificat tempus.* Íh chído iz tempus pezéichenne. mít ánderro bezéichenníssedo. *Ut cursus quidem nomen est. currit vero verbum.* i. ut sicut cursus nomen est sine tempore. sic currit verbum est cum tempore. Táz tu uuóla uuízîst. taz îo nomen. sô cursus íst. tempus ne méinet. únde îo verbum. sô currit íst. tempus nôte méinet. *Consignificat enim nunc esse.* i. consignificat presens tempus. Sáment actus méinet iz tia gágenuuértûn stúnda. *Et est semper eorum nota. que de altero dicuntur.* Únde íst îo nota. táz chît hábit iz îo bezéichenníssida déro. quae de altero dicuntur. táz sínt accidentia. Fóne díu chît er sâr nâh. *Ut eorum quae de subiecto aut in subiecto.* Also déro nota. fóne ándermo gespróchen uuérdent. tíu de sub|
149 iecto héizent. únde in subiecto. Táz sínt áber accidentia. Sámo so er cháde. íz pezéichenet îo actionem. únde passionem. tîe in subiecto lígent. sô állíu accidentia tûont. únde óuh tánne uuérdent kespróchen de subiecto. sò siu sínt generalia. únde specialia.

De his quae verba videri possunt.

Non currit vero. non laborat. non verbum dico. Ne lóufit. ne rínget. ne sínt nîeht mêr verba. dánne non homo nomen íst. *Consignificat quidem tempus. et semper de aliquo est.* Síu hábint diffinitionem des verbi. únde ne sínt tóh nîeht verba. *Differentiae autem huic. nomen non est positum. sed sit infinitum verbum.* Currit. táz íst simplex verbum. fóne démo skéidet sih non currit. Pedíu sô chît er. dírro differentiae i. tísemo. dáz síh fóne éinemo skéidet. ne íst nóh nehéin námo uúndenêr. nû uíndên ín. únde héizên iz infinitum verbum. i. únguís bezéichenéntez verbum. Zíu sól iz sô héizen? *Quoniam similiter in quolibet est vel quod est vel quod non est.* Uuánda iz fóne díngolíchemo gespróchen uuírdet. íóh fóne demo. dáz tir íst. ut homo non currit. íóh táz tir ne íst. ut chimera non currit. Únde oúh fóne díu. uuánda éina actum uerságet iz. uuélicha iz áber uuélle. dáz ne óffenôt iz nîeht. *Similiter autem* de futuro *curret. vel cur-*
150 *rebat. non verbum est. sed* | *casus est verbi.* Nîeht mêr ne íst verbum. táz man spríchet in futuro tempore. álde preterito. Sed casus verbi. Íz héizet casus verbi. *Differt autem a verbo. quod verbum significat presens*

tempus. illa vero quod complectitur. Síu sínt târ ána geskéiden. uuánda daz námaháftesta verbum. pezéichenet presens. áber díe casus verbi. díe bezeichenent tíu zuéi tempora. díu úmbe daz presens stânt. Praeteritum únde futurum. stânt in ében. presens. stât in míttemen. futurum. lóufet zû. taz iz presens uuérde. preteritum. dáz presens uuás. lóufet tána. sélbez presens. íst únder hánden. *Ipsa quidem secundum se dicta verba. nomina sunt.* Sélben díu verba. sínt nomina. sô siu éinlúzzíu gespróchen uuérdent. Fóne díu spréchent greci. infinitivum mít articulo. το τρεχειν. i. hoc currere. Uuír chédên óuh nominativo. mîn lóufen. íst spûotígera. tánne daz tîn. únde in genitivo. mînes loufennis spûot páz tánne dînes. Latini chédent ófto. in nominativo. meum velle. meum esse. meum scire. Tánnân skínèt (sic) táz verba. múgen héizen nomina. *Et significant aliquid.* Únde hábint síu dúrh síh. íro bezéichennísseda. samo so nomina. *Constituit enim qui dicit intellectum.* s. audienti. Táz skînet târ ána. uuánda dér iz éinlúzzez spríchet. tér gíbet | ána uuólga uernúmist [151] temo lósênten. sámo so er nomen sprâche. *Et qui audit. quiescit.* Únde hírmet er sînes lósênnis. sô er iz kehôret. *Sed si est vel non est. nondum significat.* Áber nóh tánne. ne óuget iz nîeht. úbe iz uuâr sî. álde ne sî. tû ne légêst mêr zû. *Neque enim esse signum est rei. vel non esse.* Quasi diceret. Neque enim est verbum solum signum eius rei. de qua predicatur. ad intellegendum esse vel non esse. Íz ne mág úns éinez. nehéin díng keságên uuésen. álde ne uuésen. Táz chît. íz ne íst nehéin zéichen. affirmationis. álde negationis. *Nec si hoc ipsum est. purum dixeris. ipsum quidem nihil est.* Nóh sélbez est. mít témo álle uéstenúnga uuérdent. ne mág éinez proloquium sîn. *Consignificat autem quandam compositionem. quam sine compositis non est intelligere.* Íz pezéichenet aber éteuuaz. mít zesámene gelégetên uuórten. tíu nîoman dúrh síh ne uernímet. síu ne uuérdên zesámene geléget.

Quid sit oratio.

Oratio autem est vox significativa. cuius partium aliquid significativum est separatum. ut dictio. Oratio íst óuh significativa vox. álso nomen. únde verbum. Sî íst áber dóh tés. fóne in geskéiden. táz îo gelîh íro téilo. dúrh síh îeht | pezeichenet. Álso éin uuórt tûot án dero rédo pezéichenet éteuuáz. [152] *Non ut affirmatio vel negatio.* Nî dóh nîeth uuâr. álde lúgi. sô proloquia tûont. *Dico autem. ut homo significat aliquid.* Íh méino.

álso homo íst· éinlúztiz (sic) uuórt. unde dóh éteuuáz pezéichenet. *Sed non quoniam est aut non est.* Náls áber nîeht. néin únde iáh. *Sed erit affirmatio. vel negatio. si quid addatur.* Légest tv îeht tara zû. s. doh éin verbum. sô uuírdet iz. proloquium. Ut homo currit. *Sed non una hominis syllaba.* Áber éin syllaba. ho. alde mo. ne múgen nîeht pezéichenlîh sîn. dúrch síh. *Nec in eo quod est. sorex rex significat. Vox est sola.* Nóh án démo uuórte sorex ne-hábit rex nehéina súnderíga bezéichennísseda. tóh iz mánne sô dúnche. Sed vox est sola. Íz ist échert éin stímma. *In duplicibus quidem significat.* Sámint téro ánderûn syllaba. pezéichenet iz. *Sed non secundum se.* nî dúrh síh. *Sed quem ad modum dictum est.* Núbe sô iz târ uóre geságet íst. tô man ságeta. úmbezéichenlîh uuesen. partes nominis. sámo so óuh verbi.

153 Item qua|lis sit omnis oratio.

Est autem oratio quidem omnis significativa. non sicut instrumentum s. ut plato docuit. *sed quem ad modum dictum est secundum placitum.* Álle orationes pezéichenent îo éteuuáz. náls nîeht natûrlichó. sô instrumentum. núbe áfter gelúbedo. unde áfter mannis uuíllen. sô iz fóre geságet íst. Táz óuga íst instrumentum dés keséhennis. Natûrlîh íst taz kesíune. natûrlîh íst táz. mít tíu man gesíhet. Sô uuânda plato. mít kechôse. sámo so mít instrumento. keóffenôt uuérden. mánnes uuíllen. únde díu béidiu natûrlîh sîn. Aber aristotiles uéstenôt nomen unde verbum secundum placitum gespróchen uuérden. uuánda éinen gentibus. lîchet in éina uuîs ze chédenne. ánderên in ándera uuîs. Táz uuír héizên góld. táz héizent latini aurum. greci crison. Uuâre iz natura. déro ne uuâre nehéin uuéhsal. Táz skînet târ·ána. uuánda dáz hîer natûrlîcho íst sûoze. álde bítter. táz íst úberál sô. Uuío mág oratio sîn. secundum naturam. sîd íro partes nomen únde verbum. áfter líuto uuíllen keskáfôt sínt? Fóne díu íst oratio nota. náls instrumentum. únde | íst áber díu zúnga. íro instrumentum. uuánda man sprîchet. mít tero zúngûn. álso man gesíhet mít temo oúgen. Instrumentum chédên uuír. kerúste. keskírre. gezíug. ázâse. Instrumentum íst. mít tíu man díngolîh tûon sól.

154

Enuntiatio discernitur a ceteris orationibus.

Enuntiativa vero non omnis. i. non omnis oratio enuntiativa est. *sed in qua verum vel falsum est.* Nehéin oratio ne íst mêr enuntiativa. âne díu uuâr. álde lúgi ságet. Uuír múgin óuh tíuten enuntiatio. sága. Sága íst péidiu.

uuâr ióh lúgi. *Non autem in omnibus* s. est verum vel falsum. *Ut deprecatio. oratio est. quidem. sed neque vera. neque falsa.* Aber in állên orationibus. ne úndest tu dóh nîeht téro éin uuéder s. uuár. álde lúgi. uuánda deprecatio ne uuéder ne íst. *Et caetere quidem relinquuntur.* Únde bedíu uuérdent hîer die ándere uersuîgêt. i. optativa oratio. vocativa. imperativa. deprecativa. *Rhetoricae enim vel poeticae convenientior consideratio est.* Íro íst uuára ze tuônne poetis. únde rehtoribus (sic) mêr. dánne philosophis. *Enuntiativa vero presentis speculationis est.* enuntiativa éiniu íst tíssis ketráhtedis.

De speciebus enuntiationis et ordine unarum. |

Est autem una prima oratio enuntiativa affirmatio. Deinde negatio. s. quae [155] natura sunt unae orationes. *Aliae coniunctione unae.* Táz er chît una. dáz méinet er significatione. náls numero. Sámo so er cháde. súmelîche enuntiativae orationes sínt éine. sô ze êrist íst affirmatio. Síu íst uuîlôn éiniu naturlîcho. únde sámo so uóne selbuuáhste. Ut homo animal est. Tára nâh íst negatio sô sámo. Ut homo animal non est. Fóne dîen íst tiz pûoh kescríben. ûzer dien uuérdent predicativi syllogismi. Súmelîche sínt áber uuîlôn éine uóne bánde. Tíe sínt ûzer zuéin. álde ûzer mánigên. éine uuórtene. Sô dáz íst. Si homo est. animal est. Homo est. animal est. táz uuârîn zûo (sic). úbe sî (sic) coniunctio ûzer ín éina ne máchôtî. Fóne dîen ságet er in topicis. únde lêret ûzer ín uuúrchen. conditionales syllogismos.

Quod enuntiationes i. propositiones. sive proloquia verbis constituantur.

Necesse est autem enuntiativam omnem orationem. ex verbo esse. vel casu. Álliu proloquia máchôt îo dáz verbum. éin uuéder. sô presentis temporis. álde preteriti. álde futuri. *Et enim hominis rationi. si non addatur. aut est. aut erit. aut fuit. aut aliquid huiusmodi. nondum est oratio enuntiativa.* Sámo so er cháde. íh uuí|le dir ze exemplo gében diffinitionem [156] hominis. Uuíle dû tûon mít diffinitione proloquium. i. propositionem. tû ne légêst tánne verbum zû déro diffinitione. verbi gratia hominis. ánderes ne uuírdet si nîeht ze proloquio. Chíd homo animal est. táz íst proloquium. únde dáz proloquium héizet diffinitio. Uuíle dû chéden. homo. animal rationale mortale gressibile. âne dáz est. tóh iz mánigíu uuórt sîn. síu ne sínt îo nîeht proloquium. Mít párên nominibus ne mág nehéin proloquium uuérden. Íz mág áber uuérden mít párên verbis. sô

dáz íst. Ambulare. moveri est. Únde âne nomen. sô dáz íst. Non homo currit.

Item de unis.

Quare unum quiddam est. et non multa. animal gressibile bipes. Fóne díu uerním éin díng uuésen. tíe drî terminos. íh méino éina enuntiationem. animal. gressibile. bipes. sámo so óuh tíe zuêne. homo currit. *Neque enim in eo. quod dicuntur propinquae. unum erit.* Nî dóh fóne díu nîeht éin. táz sie átaháfto. únde geslágo nâh éin ánderên gespróchen uuérdên. *Est hoc alterius negotii.* Táz íst ánders uuâr ze lêrenne. Sámo so er châde. lís mîne metaphisica. dâr lêro íh tích iz. Aber boetius. sá-157 get iz fúre ín. in secunda editione. Er chît tíu bezéichenên | éin. tíu uóne éinemo dínge gespróchen uuérdent. sô díu tûont. animal gressibile bipes. Fóne homine uuérdent siu gespróchen. nóh fóne ándermo dínge nehéinemo. Pedíu gât iz sús úmbe. Uuáz íst homo? Animal gressibile bipes. Uuáz íst animal. gressibile. bipes? Homo. Aber socrates. atheniensis philosophus est. ne uuírdet nîeht fóne éinemo gespróchen. uuánda iz úmbe gân ne mág. táz man chéden atheniensis philosophus. táz íst socrates. *Est autem una oratio enuntiativa. quae unum significat. vel coniunctione una.* Tíu éin bezéichenet natûrlîcho. álde uóne bánde. tíu íst éiníu. Nû íst tíu éiníu túrh síh. animal. rationale. mortale. homo est. Tíu íst áber éiníu. fóne bánde. Si dies est. lux est.

De pluribus.

Plures autem quae plura et non unum s. significant. Tîe sínt mánege. tîe nîeht éin ne bezeichenent. ut canis movetur. Táz mág fóne drín uernómen uuérden. caelesti marino latrabili. *Vel inconiunctae.* Ióh úngebúndene sínt plures. álso man chéden mág. sol est. pax erit. vox est. caelum volvitur. Tîe sint plures numero. ioh significatione.

Quod sit tantum dictio. nomen et verbum.

Nomen ergo et verbum dictio sit sola. quoniam non est dicere. sic aliquid 158 *significantem vocem enun|tiare.* Nû sî nomen. únde verbum échert dictio. náls enuntiatio. uuánda sô bezéichenenta vocem. íh méino sô nomen álde verbum bezéichenent. ne mág nîoman chéden. îeht féstenôn. álde lóugenen. *Vel aliquo interrogante vel non. sed ipso proferente.* Mán dúrh síh spréche vivit. álde er urágêntemo. vivitne socrates. sus ántuuúrte. Vivit. Fúogest tû iz. zû démo óberen. táz iz chéde. vivit socrates. sô íst

iz enuntiatio. sô íst iz proloquium. Síhest tu án bárez uuórt. sô ne íst is nîeht. álso er uóreságeta.

Quid sit simplex et composita enuntiatio.

Harum autem quidem simplex enuntiatio. ut aliquid de aliquo. s. predicare. *vel aliquid ab aliquo.* s. segregare. Tero enuntiationum. s. uóne dîen uuír chôsoên. íst sumelîchíu sleht. únde sélbuuáhsen. álso dir íst. fóne ételîchemo éteuuáz ságen. ut socrates vivit. álde uerságen. ut socrates non vivit. *Haec autem coniuncta velud* (sic) *oratio iam composita.* Súmelîchiu íst kebúnden. sámo siu sî zesámene geléget. ûzer dîen sléhtên. Ut si dies est. lux est. Tíu íst sléht. tár zuêne termini sínt. sô socrates íst. únde vivit. únde terminorum éinêr geságet uuírt témo ándermo. ut socrates vivit. álde uerságet. ut socrates non vivit. Tîe predicationes. tîe gébent. únde nément. socrati dáz vivere. Táz héizet de aliquo pre|dicare. aut predicando ab eo separare. Éin díng hábet éinen terminum. 159 zuéi hábint zuêne. díngolih hábit sînen. fóne díu uuírt terminus fúre rem gesézzet.

Diffinitio simplicis enuntiationis.

Est autem simplex enuntiatio. vox significativa de eo quod est aliquid. vel non est. quemadmodum tempora divisa sunt. Sléhtiu enuntiatio. íst vox. tíu dir bezéichenet éteuuáz uuésen. nû. álde íu. álde nóh uuánne.

Diffinitio specierum eius.

Affirmatio vero est. enuntiatio alicuius de aliquo. Negatio vero. enuntiatio alicuius ab aliquo. Féstenúnga. dáz íst ételîches tínges ánasága. Lóugen. dáz íst ételîches tínges uersága. únde ábesága.

Duobus modis vera vel falsa esse proloquia.

Quoniam autem est enuntiare. et quod est non esse. et quod non est esse. et quod est esse. et quod non est non esse. et circa ea quae sunt extra presens tempora. similiter (1) *contingit omne. quod quis affirmaverit negare. et quod quis negaverit affirmare.* Uuánda man lîegendo. mág chéden. íz íst. álde ne íst. únde óuh uuâr ságendo. chéden íz íst álde ne íst. so uuéder man uuíle sô uóne gágenuuértên díngen. álde ueruárnên. álde

---

(1) Zu diesem Satze und nicht, wie es der griechische Text erfordert, zum vorigen, hat der lateinische Übersetzer *ἁπαύτως, similiter,* gezogen und hiernach hat sich auch die deutsche Übersetzung gerichtet.

160 chúmftîgên. pedíu geskíhet kelîcho. dáz éinêr uéstenôt án|deren dés lougenen. álde dés éinêr lóugenet. ánderen dáz féstenôn.

Unde fiant opposita.

Quare manifestum est. quoniam omni affirmationi. est negatio opposita. et omni negationi affirmatio. Pedíu skînet. táz îo lóugen stât uuíder uéstenúngo unde uéstenunga uuíder lóugene. *Et fit hoc contradictio. affirmatio et negatio oppositae.* Únde dáz héizet uuíder chétunga. dánne néin. únde iáh. gágen éin ánderên ríngent. *Dico autem opponi* i. oppositionem fieri. *eiusdem* s. predicati. *de eodem.* s. subiecto. Áber oppositio. sól îo uuérden. mít repetitione éines predicati. fóne éinemo subiecto. *Non sicut aequivoce.* Táz iz nîeht aequivoce ne sî. Álso dáz aequivoce íst. úbe mán uóne zuéin alexandris chît. alexander regnat. alexander non regnat. Tóh târ daz predicatum regnat. péiden hálb stánde. uuánda áber daz subiectum geuuéhsalôt íst. pedíu ne íst iz nîeht contradictio. nóh oppositum. *Et quaecunque cetera determinamus.* s. in libro sophisticon. elecheon. *contra sophisticas importunitates.* Únde sô írrent tie contradictionem állíu diu ánderíu. díu uuír zéigoèn. án ánderen bûochen uuíder díen ánagángen déro falsorum argumentatorum.

161 Secundum res universalia esse proloquia vel particularia | annuendo vel abnuendo.

Quoniam autem sunt haec quidem rerum universalia. illa vero singillatim. dico autem universale. quod in pluribus natum est predicari. singulare vero. quod non. ut homo quidem universale. plato vero eorum quae sunt singularia. necesse est enuntiare. quoniam inest aliquid. aut non. aliquotiens quidem eorum alicui. quae sunt universalia. aliquotiens vero eorum quae sunt singularia. Sîd tero uuórto. súmelîchiu sínt keméinlîh. súmelîchíu éinlúzlîh. íh chído dáz geméinlîh. táz fóne mánigên gespróchen íst. ut homo. Únde áber dáz éinlúzlîh. táz sô ne íst. Ut plato. fóne díu íst nôt îo dára nâh tíu proloquia éteuués zíhen. álde éteuués fersâgen. uuîlôn diu geméinen. uuîlôn dio súndrîgen.

Universales propositiones esse contrarias.

Si ergo universaliter enuntiet in universali. quoniam est. aut non. contrariae erunt enuntiationes. Úbe man fóne állelîchên. állelîcho ságet nein únde iáh. tíe ságâ uuérdent uuíderuuártîg. *Dico autem in universali enuntiationem universalem. ut omnis homo albus est. nullus homo albus*

est. Uuánda homo universalis íst. spríh óuh tára zû. universaliter omnis álde nullus. táz héizo íh állelîcha ságûn. fóne állelîchemo dinge.

Indiffinitas non | esse contrarias. 162

Quae autem in universalibus non universaliter. non sunt contrariae. s. sed indeffinitae (sic). Fermîd fóne állelîchèn állelîcho ze ságenne s. ut homo albus est. homo albus non est. sô ne sínt iz nîeht uuíderuuártîge ságâ. *Quae autem significantur est esse contraria.* Fóne dîen sie gespróchen uuérdent. tíu múgen uuíderuuártîg sîn. Uuánda sô er albus níst. ŝô mág ér niger sîn. díu sint uuíderuuártîg. *Dico autem non universaliter enuntiare in his quae sunt universalia. ut est albus homo. non est albus homo.* Uuíle îoman chéden âne omnis. únde âne nullus. est albus homo. non est albus homo. táz héizo íh. únállelîcho ságen fóne állelîchemo. *Cum enim universale sit homo. non universaliter utitur enuntiatione.* Sô chédendo. ne sprîchet er nîeht állelîcho daz állelîcha. sô homo íst. *Omnis namque non universale. sed quoniam universaliter cansignificat.* Uuánda omnis ne íst nîeht taz állelîcha. íz pezéichenet áber állelícho. sáment temo állelîchen.

Universaliter subiecto debere apponi. non praedicato.

In eo vero quod universale praedicatur. id quod est universaliter praedicare non est verum. Uuíle îoman spréchen dáz universaliter. | zû démo 163 universali praedicato. ut omnis homo. omne animal est. sô ne íst iz uuâr. Spréche iz échert zû demo subiecto. ut omnis homo animal est sô ist iz uuâr. *Nulla enim erit affirmatio. in qua de universaliter praedicato universale praedicetur.* i. in qua universaliter ponatur. cum universali praedicato. Nehéin affirmatio ne mág sô getân sîn. daz universaliter stánde sámint temo praedicato. *ut omnis homo omne animal.* Taz íst fone díu. uuánda daz praedicatum îo mêrôra ist. tánne daz subiectum. áldeében míchel. Úbe iz mêrôra íst. sô líuget iz. ut omnis homo. omne animal est. Íst iz ébenmíchel. só íst iz únnúzze. ut omnis homo. omne visibile est.

Universalibus non universaliter oppositas contradictorias dici.

Dico autem opponi contradictoriae affirmationem quae universale significat. eidem. i. illi *quae non universaliter.* Íh chído. áber dîa únállelichûn sága. stân gágen dero állelîchûn in uuíderchétungo. Ál uuíderchît sî. téil ne uerságet si. *Ut omnis homo albus est. Non omnis homo albus est. est quidam homo albus.*

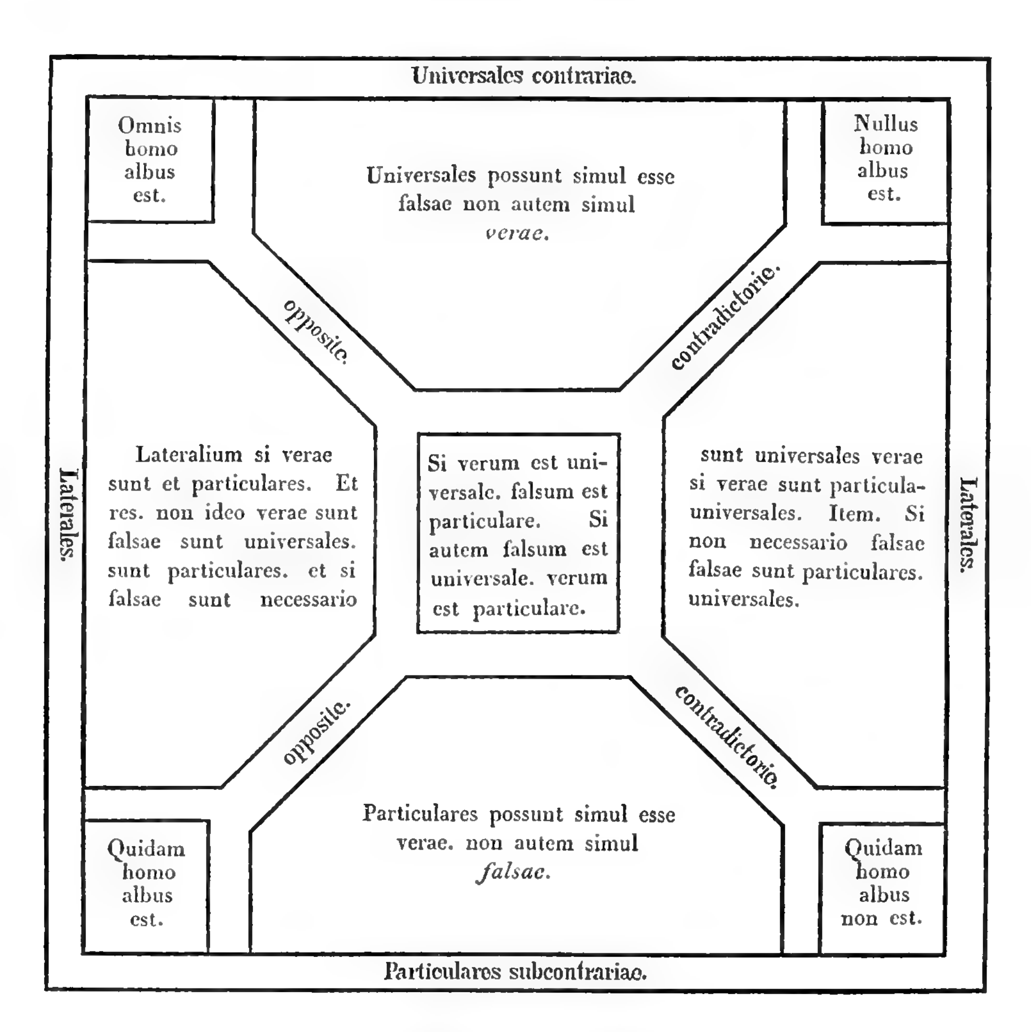
Contrarias non simul esse veras. earum vero contradictorias aliquando. |

164 *Contrarie vero universalem affirmationem. et universalem negationem.* Íh chído áber die universales éin ánderên uuíderuuártîgo begágenen. *Ut omnis homo iustus est. nullus homo iustus est. Quo circa has quidem impossibile est simul veras esse.* Fóne díu ne múgen sie sáment keuuâre sîn. *His vero oppositas contingit in eodem.* Íro oppositae. i. íro uuíderchétigûn múgen sáment keuuâre sîn in éinemo dínge. íh méino. *Non omnis homo albus est. Est quidam homo albus.*

Contradictoriae oppositarum unam esse veram et alteram falsam. similiter et particularium.

Quaecumque igitur contradictiones universalium sunt universaliter. necesse est alteram esse veram vel falsam. Tie uuíderchétunga dero állelîchôn állelîcho gespróchenero. sínt îo éine hálb geuuâre. ánder hálb lúkke. Álso dáz lúgi íst. omnis homo albus est. únde áber dáz uuâr íst. non omnis albus est. âlde dáz témo gelîh íst. quidam homo albus non est. Sô sámo. Nullus homo albus est. táz íst lugi. Nonnullus homo albus

165 est. táz íst uuâr. Únde dáz témo gelîh íst. quidam homo albus est. | *Et quaecumque in singularibus sunt.* Tíu sínt óuh éine hálb uuâr. ánderhálb lúgi. díu man uóne éinlúzzên sprîchet. *Ut socrates est albus. non est socrates albus.* Lírne án dísemo gemâle. uuîolîh universalia. únde particularia. únde opposita éin ánderên sin.



Item indefinitas prosequitur.

Quaecumque autem universalibus non universaliter. non semper haec vera sunt illa falsa. Indefinita ne skéident nîeht uuâr. únde lúgi. síu sínt sáment éin | uuéder. *Simul enim verum est dicere. quoniam est homo* 166 *albus. et non est homo albus. et est homo probus. et non est homo probus.* Uuâr sínt tíu béidíu. iôh táz súmelîchêr albus íst. súmelîh ánderêr áber sô ne íst. unde probus únde ánderêr non probus. *Si enim turpis. non probus.* Íst er skámelîh. sô ne íst er lîebsam. Sámo so er châde. Uuírdet óuh éinêr béidíu. turpis. iôh probus. náls aber in éinemo zîte. Et est homo pulcher. et non est homo pulcher. Únde íst éinêr skône. án-

derêr neíst. Si enim foedus. non est pulcher. Uuánda íst er uuídersíhtîh (sic). sô neíst er skône. *Et* s. verum est *si fit aliquid et non est.* Únde dáz nóh uuírdet. táz neíst nû. Tér nû uuîzêt. ter neíst nóh nîeht uuîz. Táz chît er áber fóne díu. uuánda éinêr uuírdet péidiu. uuîz. ioh suárz. náls áber in éinemo zîte. Pedíu íst albus. et non albus in mísselîchen sáment uuâr. nals in éinemo.

Indefinitas non universaliter accipiendas.

Videbitur autem subito inconveniens esse. idcirco. qnoniam videtur non est homo albus significare simul etiam. quoniam nemo homo est albus. Hoc 167 *autem neque* | *idem significat. neque simul necessario.* Súmelîchên dúnchet únmáhtlîh. táz indefinita sáment uuâr sîn. uuánda sîe uuânent ein bezéichenen. non est homo albus. únde nemo homo albus est. Tés neíst áber nîeht. Non est homo albus. témo ne uólgêt nîeht. nemo homo albus est. Áber nemo homo albus est. úbe iz uuâr ist. témo uólgêt penôte. non est homo albus.

Unius affirmationis unam esse negationem.

Manifestum est autem quoniam una negatio unius affirmationis est. Nû íst óffen. dáz éinero geiíhte. éin lóugen íst. *Hoc enim idem oportet negationem negare. quod affirmavit affirmatio. et de eodem.* Uuánda dés man iíhet. tés sól man lóugenen. únde uóne éinemo dínge chéden. néin. únde iáh. *Vel de aliquo singularium.* Sô individua sínt. *Vel de aliquo universalium.* Sô appellativa sínt. *Vel universaliter.* Táz chît. mít omnis. únde mít nullus. *Vel non universaliter.* Álde âne síu. Dico autem. *ut est socrates albus. non est socrates albus.* Álso díu béidiu uóne éinemo gespróchen sint. *Si autem aliud aliquid.* s. praedicaverit negatio. *vel de* 168 *alio.* s. subiecto. *idem.* s. praedicaverît. *non erit* | *opposita. sed erit ab ea diversa.* Úbe éin ánderez ságet tiu negatio. dánne diu affirmatio ságetî. álde oúh táz sélba uóne ándermo. sô ne síhet sî nîeht gágen íro. núbe uóne íro. *Huic vero quae est. omnis homo albus est. opposita est illa. quae est. non omnis homo albus est. Illi vero quae est. aliquis homo albus est. illa opposita est. quae est. nullus homo albus est.* Síh târ uóre án dia descriptionem. târ uíndest tu. dáz er chît i. uuìo angulares angularibus enchédent. únde particulares universalibus. Âne dîe íst nóh tánne. indefinita enuntiatio. fóne déro chît er oúh. *Illi autem quae est homo albus est. illa opposita est. quae est. non est homo albus. Manifestum ergo.*

quoniam in oppositis una negatio unius affirmationis est. Fóne díu skînet táz in oppositis. îo éin lóugen uuírdet. éinero uéstenúngo.

Recapitulatio superiorum.

Quoniam aliae sunt contrariae. aliae contradictoriae. et quae sint hae. edictum est. Vel quoniam non omnis vera vel falsa contradictio. et quare. et quando vera vel falsa. Nû hábo íh keságet. táz súmelîche propositiones. sínt uuíderuuártîg. sumelîche uuíderchétîg. únde uuélehe dáz sîn. Únde| dáz álle uuíderchétâ. nîeht ne skéident. uuâr. únde lúgi. únde zíu dáz sî. 169 únde uuánne sie geuuâre. álde óuh lúkke sîn. *Una autem est affirmatio et negatio. quae unum de uno significat. vel cum universale sit universaliter. vel non similiter.* Táz íst îo éin affirmatio. únde éin negatio. tíu éin ságet fóne éinemo· sô er óuh uóre chát. únde iro subiectum. íoh íro praedicatum. mêr dánne éin ne bezéichenet. só iz állelîh állelîcho sî. álde ne sî. *Ut omnis homo albus est. non est omnis homo albus. Nullus homo albus est. est quidem homo albus.* An dísên. ist éin uóne éinemo geságet. *Si album unum significat.* Úbe album. éin díng pezéichenet. íh méino. úbe iz aequivocum ne íst.

Oppositorum regulam propter aequivoca turbari.

Si vero duobus unum nomen est positum. ex quibus non est unum. non est una affirmatio. Úbe áber zuéin díngen. éin námo gegében íst. túrh tíu zuéi díng. tér námo nîeht éin námo uuésen ne mág. fóne démo ne uuírdet nîeht óuh. éin affirmatio. *Ut si quis ponat nomen. quod est tunica. homini et equo.* Álsò dáz nû íst. úbe gelîh námo íst tunica. ménnisken | únde róssis. *Est tunica alba. haec non est affirmatio una. nec negatio* 170 *una.* Tánne neíst nîeht éin affirmatio. uuîz rógh ízzet (sic) nóh éin lóugen. uuîz rógh ne ízzet (sic). *Nihil enim hoc differt quam dicere. est equus albus et homo.* Táz kàt álso man chéde. nû ízzet (sic) uuîzros. únde mán. *Hoc autem nihil differt quam dicere. est equus albus. et est homo albus.* Únde gât óuh táz. álso man chéde. nû ízzet (sic) uuîz ros. unde ízzet (sic) uuîz man. *Si ergo hae multa significant. et sunt plures. manifestum est quoniam et prima multa. vel nihil significant.* Úbe dise propositiones. mêr dánne éin díng pezéichenent. íh méino. est equus. et homo albus. úbe sîe sínt mêr dánne éin díng. sò skînet. táz óuh tíu êreren. íh méino. est tunica alba. mánigíu díng pezéichenent. álde nehéin díng. Táz man chît est equus albus. et homo. táz ne mag éin díng nîeht

pezéichenen. *Neque est enim aliquis homo equus.* Uuánda dés ne mág uuésen nîeht táz mennsko (sic) rós sî. *Quare nec in his necesse est. hanc quidem contradictionem veram. illam falsam esse.* Fóne díu ne íst nehéin nôt. in dísên aequivocationibus sô getâna contradictionem. éine hálb uué-171 sen | uuárra. ánderhálb lúkka.

De presenti et praeterito. definitas fieri contradictiones.

In his ergo quae sunt. et quae facta sunt. necesse est affirmationem. vel negationem. veram esse. vel falsam. In universalibus quidem universaliter. semper hanc veram. illam vero falsam. Et in his quae sunt singularia. quemadmodum dictum est. Án gágenuuértên díngen. únde érgangenên. íst penôte uuâr. álde lúgî. so uueder man chît. néin. álde iah. Únde íst óuh quís. uuéderez íro sî. uuâr. álde lúgî. Án dîen communibus. communiter spréchendo. ut omnis homo in diluvio periit. non omnis homo in diluvio periit. fíndest tu îo uuâr dáz éina. daz ánder lúgî. So sámo tûost tu in individuis. Ut in undis noe periit. non in undis noe periit. Únde íst quís. uuéderez uuâr. álde lúgî sî. *In his quae in universalibus non universaliter dicuntur. non est necesse. Dictum autem et de his.* Án dien indefinitis. múgen siu béidíu uuâr sîn. álso er dâr uóre chád. Ut homo in undis periit. homo in undis non periit. Sámo so er châde. Matusalam (sic) periit. noe vero non periit. Nû sínt táz praeterita. Sámo-172 lîh fíndest | tu in presentibus. Ut omnis homo sapiens est. non omnis homo sapiens est. Socrates est sapiens. socrates non est sapiens. Homo est sapiens. non est homo sapiens.

De futuris indefinitas fieri contradictiones.

In singularibus vero et futuris non similiter. Hoc est. in singularibus de futuro praedicatis. definite verum aut falsum non reperitur. Án chúmftîgên gehéizen. dîe man fóne éinemo tuôt. ut alexander pransurus est. alexander non est. neíst neuuéderez quís. Éin uuéder uuírdet uuâr. dúrh nôt. daz ánder lúgî. uuéderez îo dóh uuâr. álde lúgî sî. dáz ne mág man uuízen. Fóne singularibus. uuíle er úns zéichenen. dáz universalia sámolîh sínt. Ut omnes captivi in patriam reversuri sint. Téro îo uuéder. íst sámo únguis. Tîa únguissi. begínnet er nû stérchen. ze mánnigfáltero uuîs.

Propositio.

Nam si omnis affirmatio vel negatio vera vel falsa est. s. definite. *et omnem necesse est vel esse. vel non esse. si hic quidem dicat. futurum ali-*

quid. ille. vero non dicat. hoc idem manifestum est. quoniam necesse est verum dicere. alterum ipsorum. si omnis affirmatio. vel negatio vera vel falsa est. Utraque enim non | erunt simul in talibus. Úbe ál dáz man sá- 173 get uuâr. álde lúgi íst. únde iz penôte sô uáren sôl álde ne sól. únde úbe éiner dáz ságet chúmftîg. dáz ánderèr uuíderságet. sô ságet échert ter éino uuâr. péide ne múgen sie.

Assumptio.

Nam si verum est dicere. s. in praesenti. *quoniam album vel non album est. necesse est esse album vel non album.* Úbe uuâr íst. taz man chît in praesenti. íz íst. álde neíst. sô íst is óuh nôt. Sámo uuâr iz íst. sámo nôt íst is. *Et si est album. vel non album. verum est affirmare vel negare.* Únde úbe iz íst. álde neíst. sô íst is uuâr ze iéhenne. álde ze lóugenenne. *Et si non est mentitur. et si mentitur non est.* Únde úbe iz neíst. sô líuget er. líuget er. sô ne íst iz. *Quare necesse est. aut affirmationem aut negationem veram esse* s. definite. Úbe dáz futurum sámolîh íst. sô íst îo guíslîcho uuâr dáz man ságet. álde uuíderságet.

Conclusio falsa.

Nihil igitur neque est. neque fit. a casu. nec utrumlibet. nec erit. nec non erit. sed ex necessitate omnia. et non utrumlibet. Sól iz tés sîn. sô neíst tánne nîeht uuórten. nóh îo ána ne uuírdet. nóh hína fúre ne uuírdet. nóh ze leibo ne uuírdet. âfter | únguíssero geskíhte. nóh áfter éin uuéder. 174 núbe îo uóne nôte. náls fóne béidero uuâne. Sô íst liberum arbitrium ába. únde állíu sélbuuáltîgî. *Aut enim qui dicit verus est. aut qui negat.* Íz íst tánne fóne nôte. sîd éin uuederêr quísso ságet uuâr. der íehento. álde der lóugenento. Uuâre iz utrumlibet. táz chît péidero uuân. sô gîenge iz kelîcho. *Similiter enim vel fieret. vel non fieret.* Íh méino kelîcho máhtî geskéhen. dáz iz uuúrte. alde ne uuúrte. *Utrumlibet enim. nihil magis sic vel non sic se habet aut habebit.* Tiz éin uuéder. ne béitet niot mer. ze uuerdenne danne ze ne uuérdinne.

Vere praedicta futura. quasi tollere utrumlibet.

Amplius. Pesûochên nóh quárôr die futura. *Si est album nunc. verum erat dicere primo. quoniam erit album.* Táz nû íst. táz máhta man uóre ze uuâre ságen. *Quare semper verum fuit dicere. quodlibet eorum quae facta sunt. quoniam erit.* Sô máhta man îo ze uuâre fóre ságen. dáz nû ergángen íst. *Quod si semper verum est dicere. quoniam est. vel erit. non*

potest hoc non esse. vel futurum non esse. Íst iz îo uuâr. dáz man fóre-ságet. só ne mág iz ze léibo uuérden. nóh únchúmtîg (sic) sîn. *Quod autem non potest non fieri. impossibile est non fieri.* Táz ze léibo uuérden ne
175 mág. táz íst únmáhtlîh ze eruuéndenne. | *Et quod impossibile est non fieri. necesse est fieri.* Únde dáz uuéndîg ne uuírdet. táz féret penôte sô. *Omnia ergo quae futura sunt. necesse est fieri.* Fóne díu geskéhent álliu futura benôte. *Nihil igitur utrumlibet neque a casu erit.* Nîeht ne íst áber dánne éin uuéder in únguís. nóh uuîo iz keuálle. *Nam si ex casu. non ex necessitate.* Uuánda mág iz misselîcho geuállen. sô ne duuínget iz nehéin nôt. zû démo éinen.

Non ut contraria. sic contradictoria. utraque falsa reperiri.

At vero nec quoniam neutrum verum est. contingit dicere. ut quoniam neque erit. neque non erit. Nû íst óuh úngelímfe ze chédenne. dáz péidíu gelógen sîn. uuírdet. ióh ne uuirdet. *Primum enim cum sit affirmatio falsa. erit negatio non vera. Et cum haec sit falsa. contingit affirmationem non esse veram.* Uuánda sô sínt siu hérton gelógen. néin. únde iáh.

Si opposita simul falsa sunt. perire utrumlibet.

Ad haec si verum est dicere. quoniam album est et magnum. oportet utraque esse. Sin vero erit. s. verum est. *dicere. esse cras.* s. oportet. *Si autem neque erit. neque non erit cras. non erit utrumlibet.* Chît man daz.
176 îeht | sî in praesenti geuuâro. táz íst sô. Chît man in futuro sámo geuuâro. dáz iz uuérde mórgene sô uuírdet iz. Ferságet er in guís uuérden. únde ne uuérden gelîcho. sô íst utrumlibet ába. *Ut navale bellum* s. ad exemplum *erit.* Álso man chéden mág navale bellum. quísso uuérden. únde ne uuérden. *Oportebit enim neque fieri navale bellum. neque non fieri navale bellum.* Tara nâh ne mág skéfuuîg uuérden. nóh ze léibo uuérden.

Perdito utrumlibet. quid sequatur incommodi.

Quae ergo contingunt inconvenientia haec sunt. et alia huiusmodi. Tés nîeht uuésen ne mág. táz íst táz únde dés gelîh. *Si omnis affirmatio vel negatio. vel in his quae in universalibus dicuntur universaliter. vel in his quae sunt singularia. necesse est oppositionem eorum hanc esse veram. illam vero esse falsam. nihil autem utrumlibet esse in his quae fiunt. sed omnia esse vel fieri ex necessitate. quare.* i. eo pacto. *non oportet neque consiliari. neque negotiari. quoniam si hoc facimus. erit hoc. si vero hoc.*

non erit. Úbe álle geiíhte. únde álle lóugena. keméinlîche. íoh súnderîge sólih sínt. táz | éiner guísso liuge. ánderer uuâr ságe. únde dáz únder zuéin 177 heizet ába sî. únde is álles nôt sî. so sî oúh râten. únde chóufen aba. uuánda uuéllen uuír éinez tûon. sô geskíhet fóne nôte ánderez. uuéllen uuír óuh táz. so uuírdet tés tána mèr. *Nihil enim prohibet in millesimum annum hunc quidem dicere hoc futurum esse. hunc vero non dicere. Quare quod ex necessitate erit. quodlibet eorum verum erat predicere tunc.* Éiner mág lîehto îo fúre ze mánigen iâren chéden. uuáz chúmftîg ne sî. Úbe daz îo tánne dúrh nôt so uérit. so uuás íro fóresága uuâr. Uuáz feruáhet tánne den râtenten. táz er chît tûen sús. unde sús. Nôt. tíu án dero uôresagûn ist. ne hénget iz ímo ze skéffenne. Íz féret îo nâh tero fóreságun.

Praesagia rebus necessitatem eventus non dare.

At vero nec hoc differt. si aliqui dixerunt negationem vel non dixerunt. Nóh târ ána ne stât is nîeht. úbe man uóreságeti. álde uerságeti. *Manifestum est enim quod sic se habeat res. vel si hic quidem affirmaverit. ille vero negaverit.* Íz kât | ál ze éine. man iz kehéize álde ne gehéize. *Non* 178 *enim propter negare. aut affirmare erit vel non erit.* Uuánda dúrh féstenon. unde dúrh lóugenen. ne tûot iz ne nuéder. *Nec in millesimum annum magis quam in quantolibet tempore.* Nóh úber lang. nóh úber chúrz. *Quare.* Fóne díu uerním. *Si in omni tempore sic se habeat. ut unum vere diceretur.* Sólti daz éina. îo in zîtegelih uuâr uuésen. *Necesse est hoc fieri.* Sò sólti iz penôte so uáren. *Et unumquodque eorum quae fiunt. sic se habere. ut ex necessitate fieret.* Unde álle geskíhte. sóltin so getâne sîn. táz sie nôte uuúrtin. *Quando enim vere dicit quis quoniam erit non potest non fieri.* Uuánda sô iz îo geuuâro uóre geságet uuírdet. so ne mág iz ze léibo uuérden. *Et quod factum est. verum erat dicere semper. quoniam erit.* Únde dáz nû geskéhen ist. tánnan uuás îo êreron uuâr. ze chédenne. iz uuirdet. Nóh tánne uerním îo dáz tiu gebúreda geuuârit tia uóreságun. náls tiu uóre sága dia gebureda.

Quid voluntas valeat.

Quod si haec non sunt possibilia. s. ut omnia ex necessitate fiant. Úbe dés nîeht uuésen ne mág. táz álliu díng | fóne nôte geskéhen. *Videmur enim* 179 *esse principium futurorum* i. sumus enim ipsi aliquibus principium. Sô skînet taz uuír bírn ánagénne. únde réccheda dero chúmftîgòn. náls tiu

uóreságа. *Et ab eo quod consiliamur. atque agimus aliquid.* et quoniam est omnino possibile esse. et non. Ióh tánnân skînet iz. táz uuír râtên. únde únseren mûotuuíllen tûên. ióh tánnân. dáz péidíu íst. ióh possibile quaedam esse vel non esse. An uuélehên íst táz? *In his quae non semper actu sunt et in quibus utrumque contingit. et esse et non esse.* An dîen. díu nîeht nóh in tâte ne sínt. núbe in uuâne. únde díu mán mág tûon. únde ne tûon. *Quare et fieri et non fieri.* Únde siu óuh fóne díu múgen in futuro uuérden. únde ne uuérden.

Exemplum eorum que possunt fieri. et non fieri.

Et multa nobis manifesta sunt. sic se habentia. Únde uuír bechénnên gnûogíu sô getâníu. *Ut quoniam hanc vestem possibile est incidi. et non inciditur. sed prius exteritur.* Álso dáz íst. táz éin láchen mág ferscrôten. ióh uerskáfen uuérden. únde dóh tés nîeht ne uuírdet. núbe sús únuerscrôtenez ferslízen uuírdet. *Similiter autem et non incidi possibile est.*
180 Sámo uuóla mág iz oúh ûnuerslíze|nez ferscrôten uuérden. *Non enim esset eam prius exteri. nisi esset possibile non incidi.* Íz ne máhtî nîeht ólangiz. hoc est. álgánzez. ferslízen uuerden. iz ne máhtî únuerscrótenez ze léibo uuérden. *Quare et in aliis facturis. quae secundum potentiam dicuntur huiusmodi. manifestum est. quoniam non omnia ex necessitate vel sunt. vel fiunt.* Fóne díu íst iz óuh an ánderên díngen. íh méino dîe. in mánnis keuuálte stânt. sámo óffen. táz sie nîeht álle uóne nôte ne sínt. nóh ne uuérdent. *Sed alia quidem utrumlibet.* Nube súmelîchíu ze béidên gelîcho. *Et non magis vel affirmatio vel negatio.* Únde nîeht quíssera neíst affirmatio. tánne negatio. *Alia vero negatio magis quidem in pluribus alterum.* Súmelîchíu sínt. téro éinez in gnûogên díchôr geskíhet. tánne iz ze léibo uuérde. álso grâuuî tûot in áltên. *Sed contingit fieri alterum. alterum verum minime.* Tóh keskíhet éteuuénne. dáz séltsânera. álso úngrâuuî íst in áltemo. Únde uuírt ze léibo daz keuuóna. sô diu grâuuî íst in áltemo.

Differre inter necesse esse temporaliter et simpliciter.

181 *Igitur esse quod est quando est. et non esse quod non est. quan|do non est. necesse est.* Nû íst nôt uuésen. dáz tir íst. sô iz íst. únde ne uuésen dáz tir neíst. sô iz neíst. Uuánda nôt íst. táz man sízze. sô er sízzet. únde álso nôt íst. táz er ne sízze. sô er ne sizzet. *Sed non quod est omne. necesse est. esse. nec quod non est. necesse est non esse.* Áber nehéin nôt

ne íst téno éinen. dáz iz sî. nóh temo ánderen. dáz iz ne sî. s. âne échert tîa uuîla. únz iz íst. álde neíst. Sô er uuíle. sô uuéhselôt er iz. *Non enim idem est. omne quod est esse necessario quando est. et simpliciter esse ex necessitate.* Táz íst fóne díu. uuánda nîeht ze éine ne gât. penôte uuésen. tîa uuîla iz íst. álso sedere íst. únde in zîtelîh penôte uuesen. sô dáz íst. mortalem esse. *Similiter autem et in eo quod non est.* Án démo non esse. uérit iz so sámo. Not íst mánne. únz er ne sízzet non sedere. ímo íst áber in zîtelîh nôt. non immortalem esse.

Similitudo contingentis contradictionis. et temporalis necessitatis. Et in contradictione. eadem ratio est. Án déro uuíderchétúngo dero oppositorum. féret iz óuh álso. dáz chît. éin uuéderez íst uuâr. non simpliciter. álso óuh temporalis necessitas. uuâr íst. non simpliciter. | *Esse* 132 *quidem. vel non esse omne. necesse est.* s. in oppositis presagiis. Nôte sól iz állêz uuâr sîn. álde lúgi. táz man uóre ságet. *Et futurum esse vel non.* Unde állez chúmftîg sîn. álde ne sîn. *Non tamen dividentem dicere alterum necessario.* Tû ne uíndest áber nehéinen. díu zuéi skídônten. únde daz éina stérchenten. *Dico autem futurum quidem esse bellum navale cras necesse est vel non esse futurum.* Táz chîdo íh. táz mórgene skéfuuîg túrh nôt chúmftîg sî. álde ne si. *Sed non necesse est. futurum esse cras bellum navale.* Turh táz fóre chéden. ne íst nehéin nôt. táz er sî. Vel non futurum esse. Nóh nehéin nôt. táz er ne sî. *futurum autem esse. vel non esse. necesse est.* Nôt íst áber. dáz er sî. álde ne si. Uuéder. dero zuéio uuerde simpliciter. dáz chît quísso. uuér uuéiz táz? éin uuéder uuírdet îo dóh.

Postrema conclusio longe prius propositae quaestionis de oppositis. *Quare quoniam similiter orationes verae sunt. quemadmodum et res.* Fóne díu uuánda die uóreság̃a. álso geuuâre sínt. sò die nâh chómenten geburedа. *Manifestum est.* Sô skînet. *Quoniam necesse est.* s. in his rebus. *quaecumque sic se habent ut utrumlibet sint. et contraria eorum contingant.* Táz | nôt íst in zuîuelîgên díngen tîe uuíder dien gehéizen gebúrren mú- 133 gen. *Similiter se habere et contradictionem.* Kelîcha uuésen dia uóresá-gûn. s. dîen nâh kâendên gebúredon. *Quod contingit in his quae non semper sunt. et non semper non sunt.* Táz kebúret án dîen díngen. dîe uuîlon sínt. uuîlon ne sínt. *Horum enim necesse est quidem. alteram partem contradictionis. veram esse. vel falsam.* Án sô getânero díngo

strîte. fíndest tu îo daz éina uuâr. álde lúgi. *Non tamen hoc. aut illud. sed utrumlibet.* Nî io dóh quísso. díz álde éniz. núbe éin uuéderez. *Et magis quidem veram alteram. non tamen iam veram vel falsam.* Únde uíndest tu díchôr án súmelîchên dáz éina uuâr. dánne daz ánder. nî îo dóh nîeht in zîtelîh. Álso dícchôst íst crâuuî. án áltemo hóubete. éteuuénne neíst. *Quare manifestum est. quoniam non est necesse. omnes affirmationes. vel negationes oppositionum. hanc quidem esse veram. illam vero falsam.* s. definite. Fóne díu skînet. táz in állên strîten. dâr man féstenôt. únde lóugenet. táz éina nîeht quísso uuâr ne íst. únde dáz ánder lúgi. *Neque enim quemadmodum in his quae sunt. sic se habent in his quae non sunt. possibilibus tamen esse. vel non esse. sed quemadmodum* 184 *dictum est.* | Nóh sô iz férit in praesentibus. tíu ána sínt. sô ne uéret in futuris. tíu nóh ne sínt. únde dóh fúre múgen uuésen. álde ne uuésen. núbe sô ih ([1]) iz fóresageta. Uuáz íst taz? Táz presentia sínt quis. futura sámo únguis.

Explicit de veritate trium temporum. Incipit iterum ostendere vim simplicis et praedicativae propositionis.

Quoniam autem est affirmatio significans aliquid de aliquo. Hic suspensio vocis. Uuánda affirmatio éteuuaz ságet fóne éteuuémo. *Hoc autem nomen est vel innominabile.* Et hic. Únde daz. fóne demo sî ságet. nomen íst álde innominabile. taz múgen uuír díutin únnamig. *Unum autem oportet esse et de uno. hoc quod est in affirmatione.* Et hic. Únde sî ein ságen sol. fóne éinemo. *Nomen autem dictum est et innominabile prius.* Únde dâr fóre geságet íst uuáz nomen sî. únde innominabile. *Non homo enim nomen quidem non dico. sed infinitum nomen unum enim significat infinitum.* Hic remisior vox. quia interposita ratio est. Non homo s. quod est innominabile ne mag ih héizen nomen. núbe infinitum nomen. uuánda iz ein únguis díng pezéichenet. *Quemadmodum vel non currit. non* | 185 *verbum est. sed infinitum verbum erit.* Et hic remissa. Álso ouh non currit verbum neíst nube infinitum verbum. *Omnis affirmatio vel ex nomine et verbo. vel ex infinito nomine et verbo erit.* Hic clausula. Pedíu uuírdit îo affirmatio. ûzer nomine únde verbo. álde ûzer infinito nomine únde verbo.

([1]) sô ih fehlt in der Handschrift.

Verbum in propositione tenere principatum.

Praeter verbum autem. nulla erit affirmatio vel negatio. Âne verbum ne uuírdet nehéin propositio. *Est enim vel erit vel fuit.* Hoc est. preter est. vel erit. vel fuit. *Vel* preter *alia huiusmodi verba quaecumque ex his sunt quae sunt posita.* Íh méino. âne substantiva verba ne uuírdet propositio. álde âne ánderiu dâr uóre gezéigotiu. sò díu sint currit. vivit. disputat. regnat. Consignificant enim tempus. Síu bezéichenent îo tempus sámint actione álde passione.

Exempla simplicium propositionum. quae habent unum subiectum et unum praedicatum.

Quare prima affirmatio et negatio est. est homo. non est homo. Fóne díu ist tiu êrista. ûzer finito nomine. *Deinde. est non homo. non est non homo.* Tíu ánderiu ûzer infinito nomine. *Est omnis homo. non est omnis homo.* Tíu drítta ûzer universali universaliter. *Est omnis non homo. non est omnis non homo.* Tíu | uîerda ist. uzer universaliter infinito. *Et in extrinsecus temporibus eadem ratio est.* Mít tîen ánderen temporibus. praeterito únde futuro. diu âne presens sínt. máht tu so sámo tûon simplicem propositionem. Ut homo erit homo fuit. Ferním échert uuóla. dáz omnis únde quidam. determinationes sínt. náls termini. Táz chît síu sint zégunga (sic) dero terminorum. náls sélben die termini. Únde uóne diu. ne uuírdet fóne in nîeht kemêrot. simplex propositio. 186

De habentibus unum subiectum et duo praedicata.

Quando est tertium adiacens praedicatur. dico autem ut est iustus homo. dupliciter dicuntur propositiones. Sò est. ter dríto terminus uuírdet. álso er dâr ist. est iustus homo. sô uuérdent ûzer zuêin propositionibus fiere. *Est tertium dico adiacere in affirmatione. nomen vel verbum.* Taz trítta. ih méino est. so iz nomen sî. so iz verbum sî. daz chído ih háften in propositione. zu ándermo uuorte. so iustus ist. Tóh iz stánde ze êrist. iz ne háftet toh nîeht zu subiectiva parte. nube zu declarativa. Hîer verním sâr. uuéleha [1] zíuualti (sic) er méine. Éin oppositio íst. ûzer finito nomine. ih meino. est homo iustus. non est homo iustus. ánderiu | ist ûzer infinito nomine. ih meino. est non iustus homo. non est non iustus 187

---

[1] Es steht uuéhleba.

homo. Fóne dien chît er. daz hara nah fólget. *Quare idcirco quatuor istae erunt.* Pedíu uuérdent tero propositionum uîere. *Quarum duae ad affirmationem et negationem sese habebunt secundum consequentiam. ut privationes.* i. eandem vim retinent affirmationis et negationis. et similes sunt ad affirmandum aliquid et negandum. his quae sunt privatoriae. Téro zûo (sic) tûont álso getâna affirmationem únde negationem. sô privatoriae propositiones. Uuélehe sint privatoriae? Est iniustus homo. non est iniustus homo. Uuélehe dirro uîero sint tîen gelîh? Est non iustus homo. non est non iustus homo. *Duo vero minime.* Ándero zûo (sic) ne sínt ín nîeht kelîh. Uuélehe? Est iustus homo. non est iustus homo. Infinitae únde privatoriae. habent kelîche uernúmist. *Dico autem quoniam est aut iusto adiacebit aut non iusto. Quare etiam negatio.* Est háftêt zû iusto únde ze non iusto. sô tuônt óuh non. *Quatuor enim sunt.* Fóne diu sínt tero propositionum uîere. *Intelligimus vero quod dicitur. ex his quae subscripta sunt.* Fóne dero uólgendun figura. dar sie geórdenot sínt. spuet is paz ze uernémenne. *Est iustus homo. huius negatio. non est* 133 *iustus* | *homo. Est non iustus homo. huius negatio. non est non iustus homo. Est enim hoc loco et non est. iusto et non iusto adiacet.* Fîere sint íro. Án dísen uier propositionibus háftet est únde non. ze iusto únde non iusto. *Haec igitur quemadmodum in resolutoriis dictum est. sic sunt disposita.* Tise uier propositiones. únde dara zû privatoriae uuérden sus keórdenôt álso ih óuh lêrta in analiticis. Quare et sequi se se invicem videbuntur i. possibile est esse et non esse. Téro affirmationis possibile est non esse. uuirt kelóugenet mít téro negatione non possibile est non esse. Fóne díu íst óffen dáz tíu sélba affirmatio possibile est non esse. únde óuh tíu possibile est esse. sámint éin ánderên sínt. nals gágen éin ánderên. Non enim contradictiones sibi invicem huiusmodi sunt possibile est esse et possibile est non esse. Sô getâne praedicationes. ih méino zûo affirmationes sô dîe sélben sínt. tîe ne uuérdent nîeht éin ánderên oppositae. Sed possibile esse et non possibile esse. nunquam simul sunt. opponuntur enim. Áber díse ih méino affirmatio únde negatio. ne múgen sámint sîn. pedíu sínt sie oppositae. At vero possibile non esse et non possibile non esse. nunquam simul sunt. Uuánda óuh tíse ríngent. pedíu ne múgen óuh sie sámint sîn. Similiter autem et eius. |

Affirmatio simplex.		Negatio simplex.	189
Est iustus homo.		Non est iustus homo.	
Affirmatio privatoria.	Similes.	Negatio privatoria.	
Est iniustus homo.		Non est iniustus homo.	
Similes.	Similes.	Similes.	
Est non iustus homo.		Non est non iustus homo.	
Affirmatio infinita.		Negatio infinita.	

Similiter autem se habet. et si universalis nominis affirmatio sit. So uérit iz ouh. ube állelih féstenunga állelîcho getân uuírdet. ih méino. dâr ne mag ouh keskéhen. daz angulares sámint uuár sagen. *Ut omnis est homo iustus. Non omnis est homo iustus. Omnis est homo non iustus. Non omnis est homo non iustus. Sed non similiter angulares contingit veras esse. contingit autem aliquando.* Áber dóh ne ságent íro angulares nieht io in zîtegelih sâmint uuâr. éteuuénne geskihet iz. Samo so er châde. Sint tie angulares indifinite. daz chît úngemarchôte. sô sínt síe gehélle. álso iz tar uore skînet an dero descriptione. Sint sie aber definite. i. kemárchote mít témo nomine omnis. so sint sie uuîlon sámint uuár. also iz skînet ube du an dero descriptione missechêrist tia particulares oppositiones. unde negationem particularem sezzest under affirmatio|ne universali. Unde áber 190 affirmationem universalem únder negatione particulari in hunc modum.

Affirmatio universalis.		Negatio particularis.
Est omnis homo iustus.	Simul verae.	Non est omnis homo iustus.
Negatio particularis.		Affirmatio universalis.
Non est omnis homo non iustus.		Est omnis homo non iustus.

Ním aber ába daz omnis. taz sie sîn indefinitae. so sint ébengeuuâre die angulares affirmationes. ióh tie angulares negationes in hunc modum.

Affirmatio finiti nominis.	Simul verae.	Negatio finiti nominis.
Est iustus homo.		Non est iustus homo.
Negatio nominis infiniti.	Simul verae.	Affirmatio nominis infiniti.
Non est non iustus homo.		Est non iustus homo.

An sus ketânen praedicationibus. ih méino quae possunt esse et non esse. sint îo sáment uuâr die angulares. Áber an dien quae naturaliter insunt. so die sint. est homo animal. est homo non animal. alde ouh naturaliter inesse non possunt. ut est homo lapis. est homo non lapis. ne múgen sie sament uuâr sîn.

Quot oppositiones fiant ubi est tertium additur.

Hae igitur duae oppositae sunt. Nû sint taz zuo oppositiones. s. die ih nu gesaget habo. Éinen ist tíu dir bestât ex finito subiecto. so díu tûot. 191 est homo | iustus. non est homo iustus. Ánderiu ex infinito praedicato. so díu tuot. est non iustus homo. non est non iustus homo. *Aliae autem ad id quod est non homo. ut subiectum aliquod additum. Hoc est aliae duae sunt quasi aliquod additum ad id subiectum. quod est non homo.* Nóh sint ándere zuô dero praedicata geléget sint zu démo subiecto. non homo. Tero zuéio gíbet er nu exemplum. Éiniu bestât ex infinito subiecto. so diu tûot. *Est iustus non homo. non est iustus non homo.* Ánderiu ist tíu dir bestât ex infinitis praedicato et subiecto. so díu tuot. Est non iustus non homo. non est non iustus non homo. *Magis plures autem his non erunt oppositiones.* Mánigòrin opposita ne mugen uuérden. so est ter drítto terminus ist. *Hae autem extra illas. ipse secundum se erunt. ut nomine utentes non homo.* Tie áfterin zûo propositiones. sint turh síh. âne de (sic) êrerin. infinitum nomen fure nomen hábende. toh iz simpliciter nîeht nomen ne sî.

Non differre inter currit et currens est.

In his vero in quibus est non convenit. ut in eo quod est currere vel ambulare. idem faciunt sic posita haec ac si est in currere unde (1) *in ambulare.* taz chit an demo currit unde an demo ambulat. tar gât iz. also ouh est 192 tar míte stûende. *Ut est currit omnis homo. non currit | omnis homo. Currit omnis non homo. non currit omnis non homo.* An dien propositionibus állen mág man chéden currens est. fure currit.

Quem locum oporteat habere non in praedicatione.

Non enim dicendum est non omnis homo. sed non negatio ad id quod est homo addendum est. Úbe du máchon uuíle infinitum nomen. so ne sólst tu nîeht légen non zu démo omnis. nube zu demo homo. *Omnis enim non universale significat sed quoniam universaliter.* Uuánda omnis uuírdet kespróchen universaliter. iz ne íst nîeht selbez universale. *Manifestum est autem ex eo. quod est currit homo. non currit homo. currit non homo. non currit non homo.* Án dísen skinet iz. Tíse praedicationes sint universales. náls universaliter. *Hae vero ab illis differunt. eo quod uni-*

---

(1) So steht statt *et*.

versaliter sunt. Tíse skéident sih fóne dien êrren. tie mit omnis universaliter gespróchen sint. *Quare omnis et nullus nihil aliud consignificat. nisi quod universaliter de nomine vel affirmat vel negat.* Fóne diu uuírdet io mit omnis. únde mit nullus allelîcho uuaz geuéstenot. alde gelóugenet fone demo állelichen nomine. *Ergo et caetera eadem oportet opponi.* i. inmutata servari. Álso gnòto súlen alliu diu ánderiu uuórt íro stat hálten.

Item de consentientibus. | 193

Quoniam vero illa negatio quae est quod nullum animal iustum est. contraria est ei. s. affirmationi. *quae est. omne est animal iustum. Hae quidem manifestum est quod numquam erunt. neque verae simul. neque in eodem ipso.* Universalis affirmatio. unde universalis negatio. tie sint uuíderuuártig. tie ne múgen sament uuâr sîn. nóh in einemo dinge samint sîn. daz ságeta er ouh fóre. *His vero oppositae erunt aliquando.* Aber iro obliqua mugen so sîn. so díu sint. Non omne animal iustum est. est quoddam animal iustum. *Sequitur vero eam quidem quae est nullus homo iustus est. illa quae est. omnis est homo non iustus.* Nu hábe fure éin dîa. Nehéin man ne íst rehter. unde dîa. mánnolih ist únrehter. *Illa vero quae est. aliqui* (sic) *iustus homo. opposita.* ih méino dîa. ételih man est rehter. *Necesse est enim esse aliquem.* Úbe uuâr ist non omnis homo non iustus est. so ist not aliquem iustum esse. Táz lerit tisiu descriptio.

Universalis negatio finiti nominis.	Affirmatio particularis finiti nominis.
Nullus homo iustus est.	Quidam homo iustus est.
Similes.	Similes.
Omnis homo non iustus est.	Non omnis homo non iustus est.
Universalis affirmatio finiti nominis.	Particularis negatio infiniti nominis.

Hîer uernim daz infinitum nomen keméine ist. ióh infinito subiecto. ioh infinito praedicato. | Uuéllest tu oúh keséhen. uuîo dise uîere sin oppo- 194 sitae. so sih aber an dísa descriptionem.

Universalis negatio.	Similes.	Universalis affirmatio cum infinito praedicato.
Nullus homo iustus est.	Oppositae	Omnis homo non iustus est.
Particularis negatio cum infinito praedicato.		Particularis affirmatio.
Non omnis homo non iustus est.	Oppositae	Quidam homo iustus est.

Quem negantem sequitur vera conclusio.

Manifestum est autem. quoniam etiam in singularibus si verum est interrogatum negare. quoniam et affirmare verum est. Ut putasne socrates sapiens est? Non. Socrates igitur non sapiens est. Socrates ist éinluzzer so alliu individua sint. Sapiens taz ist finitum. also onh iustus. Non sapiens taz ist infinitum. also ouh non iustus. Fone diu skînet. ube man uragentemo uerságen mag. socratem esse sapientem. taz sar uuar ist ze chedenne. socratem non sapientem esse. Ube er sapiens ne ist. so ist er non sapiens. *In universalibus vero quae similiter dicuntur. non est vera* s. affirmatio. *vera autem negatio. Ut putasne omnis homo sapiens est? Non. Igitur omnis homo non sapiens est. Hoc falsum est. Sed vera est.* s. negatio. *Non igitur omnis homo sapiens est.* Ube man uraget so samo fóne allen. ist mánnolih uuîse. unde ánderer chît néin. unde éner sar fone diu náh spríchet. so íst mánnolih non sapiens. so hábet er gelógen. Omnis 195 homo non sapiens est. taz ist infinita affir|matio. unde ist lúgi. samo so er chade negando. nullus homo sapiens est. Spríchet er aber. finitum nomen negando. non omnis ergo homo sapiens est. samo so er chade affirmando particulariter quidam homo sapiens est. taz ist uuâr. *Haec opposita est* i. non omnis homo sapiens est. *illa vero contraria est.* hoc est. omnis homo non sapiens est. Tisiu ist opposita. éniu ist contraria. Opposita léibet in universalibus. contraria ne léibet nîeht.

Quasdam falso videri negationes.

Illae vero contraiacentes. secundum infinita nomina vel verba. ut in eo quod est non homo vel non iustus. quasi negationes esse videbuntur. sine nomine vel verbo. sed non sunt. So getâniu opposita so infinita nomina sint. also non homo. unde non iustus sint. alde ouh infinita verba. so non currit unde non laborat sint. tiu múgen manne dúnchen uuesen negationes. Taz ne sint siu áber nieht noh uuérden mugen. âne nomen. unde âne verbum. Zíu chít (sic) er âne nomen unde âne verbum? Uuánda siu simpliciter nomina ne sint noh verba. Uuârin siu ouh so. noh tánne ne mahti non homo nieht negatio sin. alde ouh non currit. *Semper enim veram vel falsam esse necesse est negationem.* Uuanda negatio sol io uuár sîn. alde lúgi. Non homo unde non currit. ne sint ne uueder. *Qui vero 196 dixit non homo. nihil magis de homine.* s. quam qui | finitum dixit. *sed etiam minus verus fuit.* vel falsus. *si non aliquid addatur.* Ter infinitum

spríchet non homo. der ne sprichet nieht quisseren. danne der finitum sprichit homo. nube er mag ioh mín heizen uuârer. alde lúkker. er ne lége zû mer uuorto. Uuánda guíssera ist homo currit tanne non homo currit. pediu ist homo nahera dero uuârhéite. danne non homo. ze erist chit er. non homo ne ist nieht negatio. Tara nah chit er. uuare iz negatio. so bezéichendi iz uuar alde lúgi. Tara nah chit er. sîd taz quissera ne bezéichenet uuar noh lugi. uuîo danne daz únguissera.

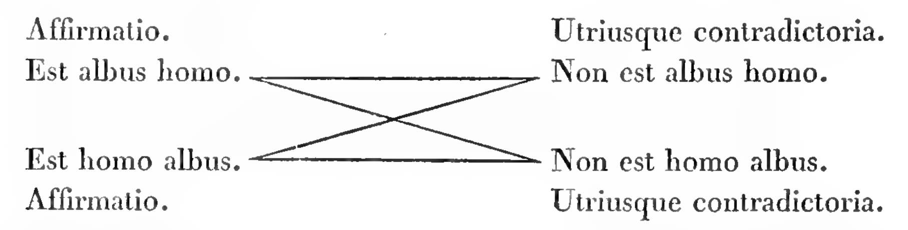
Quae ex infinitis sint similes.

Significat autem. est omnis non homo iustus. nulli illarum idem. Aber díu propositio. alle únmennisken réhte sint. tiu neíst tero óberon neheinero gelih. Omnis non homo. daz ist universale. unde infinitum subiectum. iustus est. taz finitum praedicatum. So getân propositio ne stât tar nîener uore. *Nec huic opposita. ea quae est. Non est omnis non homo iustus.* Noh tíu dísa lóugenet. íh méino. nieht uuâr. daz alle únmennisken réhte sin. Tie zuô sint úngelih. allen óberên. *Illa vero quae est. omnis non iustus non homo. illi quae est. nullus iustus non homo. idem significat.* Áber díse zuô sint éin. alle únménnisken. ún|rehte. ne- 197 héine únménnisken rehte. Uuír múgen héizen únménnisken. die âne mennisken sint. sô angeli sint. An dero èrrerun dírro zueio. sínt zuéi infinita. ein an demo subiecto. mit universali. ander án demo praedicato. Tára nah ist an dero áfterun infinitum subiectum mit universali. unde praedicatum finitum.

Non transposito nomine vel verbo. significationem mutari. sicut transposita negatur.

Transposita nomina vel verba. idem significant. Mísse sáztiu nomina alde verba ne uuéhselont nieht ten sin propositionum. *Ut est homo albus. est albus homo.* Also dísiu míssesázten nomina unde verba. des sínnis nehéinen uuéhsel ne tuont. *Nam si hoc non est. eiusdem erunt multae negationes.* Uuánda úbe iz só ne ist. so sulen einero affirmationis uuésin manige negationes. *Sed ostensum est. quia una unius est.* Táz ist áber uóre gesaget taz échert éin negatio êinero affirmationis ist. *Eius enim quae est. est albus homo. negatio est non est albus homo.* Fóne díu ist échert ein negatio dero affirmationis est albus homo. tíu dir chit non est albus homo. *Eius vero quae est. est homo albus. si non eadem est. quae etiam ei quae est. est albus homo.* Ube si aber missechêrtiu fone albus homo. ze homo

albus. tia selbun negationem ne hábit. s. tia si dóh guísso habit. *Erit*|
198 *negatio.* So uuírt iz ein anderiu. únde so sint íro zuo. *Vel ea quae est.* Alde diu dir chit. *Non est non homo albus. Vel ea quae est.* Alde diu dir chit. *Non est homo albus. Sed altera quidem est negatio eius quae est. est non homo albus. alia vero eius quae est. est homo albus.* Aber dero îouuéderiu. habit iro affirmationem. ih méino. est non homo albus. unde est homo albus. Nu hábit tiu affirmatio est homo albus. uuánda si ouh éna durh not hábit. non est albus homo. pédiu (sic) habit si zuo. Ube tîu. est homo albus. hábit zuô. so habit ouh est albus homo. die sélbun zuô. *Quare erunt duae unius.* pediu sínt zuô negationes einero affirmationis in hunc modum.



Quoniam igitur transpositio nomine vel verbo eadem sit affirmatio vel negatio manifestum est. Nû ist aber offen. taz fóne míssesaztemo nomine alde verbo. nehéin uuéhsel ne uuirdet tero affirmationis unde dero negationis. Uuúrte íro dánnan uuéhsel. só man danne chade fone socrate. est albus homo. so ne uuúrte daz nicht kelóugenet kelîcho mit témo non est albus homo. unde mit temo non est homo albus.

199 De discer|nendis propositionibus quae unae sunt. quae multae.

At vero affirmare vel negare unum de pluribus vel plura de uno si non est unum ex pluribus non est affirmatio una. neque negatio. Uuíle du éin ságen. fóne mánigen. alde mánigiu fone énimo (sic). éin species ne uuérde uzer ín ánderis neíst iz éin saga nicht. iéhendo noh lóugenendo. *Dico autem non si unum nomen sit positum. non sit autem unum ex illis.* Id est. dico etiam non fieri unam affirmationem negationem. si unum nomen commune positum sit multis rebus. et si ex illis non sit unum. Îh ságo dir daz ouh tánnan ûz ein affirmatio alde ein negatio ne uuírdet. ube éin nomen geméine fúnde (sic) ist mánigen díngen diu éin speciem nîcht keuuúrchen ne múgen. Taz ist tanne. so ein fone éinemo gespróchen uuírdet. ut canis animal est. Tar ist animal gespróchen fone cane. éin fone enimo

(sic). unde ne ist toh taz nieht éin affirmatio. uuánda canis pezéichenet pediu ióh tén béllenten hunt. ioh ten mérehunt. i latrabilem et maritimum. *Ut homo est fortasse. et animal. et bipes et mansuetum.* Álso ódo uuâno daz nieht ein affirmatio neíst. so dísiu uieriu sus únderskéiden uuérdent mit coniunctione. dáz man chît. homo est. et animal. et bipes et mansuetum. Ioh âne coniunctiones mag man siu under suîgendo geskéiden. taz síu eina affirmationem | ne tûont. Also daz ist homo est unde dánne uberláng animal. so áber bipes so aber mansuetum. Samoso er châde. homo est. animal est. bipes est. mansuetum [1] est. *Sed ex his unum fit.* Aber doh uuírdet éin species ûzer in geuuúrchet. so man gesláge chît animal bipes mansuetum homo est. Taz sint mánigiu fóne éinemo. unde doh ein affirmatio. *Ex albo autem et homine et ambulare non unum.* Aber fone homine. unde fone albo. unde fone ambulare. ne uuírdet nehéin species. Ter uone uuízemo man gântemo chît. album et ambulans homo est. ter hábet kesprochen zuéi uone éinemo. tíu éin speciem nîeht ne uuúrchent. Uuîz unde gân uuélih speciem alde uuélcha naturam uuúrchent tiu? Quare non unum. Fone díu ne mag iz óuh éin affirmatio sîn. *Quare nec si unum aliquid de his affirmet aliquis erit affirmatio.* Fone díu sprichet mán éin dirro. fone dien anderen. i. unum de pluribus. so man nu chád. album et ambulans homo est. alde homo et ambulans album est. alde homo et album ambulans est. taz ne uuirdet nieht ein affirmatio. *Sed vox quidem una affirmationes vero multae.* Nube éin est sprechendo uuérdent tar mánige affirmationes. | *Nec si de uno ista. sed similiter plures.* Noh tána mêr ne uuírdet éin affirmatio ube îoman disiu so missechêret. taz plura uóne éinemo gespróchen uuérdent. ih méino daz tíu uuérdent praedicata. diu nû uuâren subiecta. ut album. homo et ambulans est. vel ambulans. homo et album est.

Ad interrogationem plura significantem. unam responsionem non sufficere.

Quo circa ergo. Fone díu s. uuánda éin propositio mánigiu beceichenit (sic). *Si dialectica interrogatio responsionis est petitio.* Hic suspensio. Ube der ántuuurtis kérôt. ter dialectice uráget alsus. est canis animal an non? *vel propositionis. vel alterius partis contradictionis.* Et hic. Unde er

[1] Es steht *manifestum.*

gérôt allero propositionis. sô daz ist animal est. animal non est. Alde téilis. so daz ist. est non. *Propositio enim unius contradictionis est.* i. una affirmatio unius est negationis. et hic. Uuánda ein féstenunga sûochet éinen lóugen. *Huiusmodi interrogationi. non erit una responsio.* Depositio. So getânero frâgo ih méino sús mánigiu díng pezéichenentero ne begágenet nîeht ein ántuuurte. *Ad haec nec una affirmatio.* Noh ouh tara zû ein féstenunga. *Nec si sit vera est.* Noh sâr uuâr ne ist iz. ube iz ein ántuuurte ist. unde éin féstenunga. Uuánda chît er canis animal est. taz ist| 202 in coelesti signo lúgi. Chît er non est animal. taz ist in latrabili cane lúgi unde in marino. *Dictum autem de his in thopicis* (sic). *Similiter autem manifestum est. quoniam nec hoc ipsum quidem est dialectica interrogatio.* Ih habo ouh ándersuuar dánnan gesaget. *Si quis interroget quid est. oportet datum esse.* i. dari. *ex interrogatione. haec eligere.* i. ut possit eligere. *utrum velit contradictionis partem enunciare. quia oportet interrogantem determinare. utrum hoc animal homo. an non homo.* Ter urâgento sol demo geurâgeten an sînero urâgo uuála gében uuéderen teil er uuélle dero contradictionis. unde fone díu sol er in béidero iíhten alsus. ist tíz tîer. alde diz monstrum mennisko. alde ne ist? Contradictio bestât îo fone affirmatione et negatione. so dáz ist. homo animal est. homo animal non est. Fóne diu ist táz dialectica interrogatio. sô man den ántuuurtenten besuôchet uuéderez er uuélle. in hunc modum. Putasne homo animal est? Aber der sús urâget. quid est animal? der urâget scolastice nals dialectice.

Quod quaedam singulatim vera. iuncta. alias vera. alias falsa sint. *Quoniam haec quidem predicantur composita. ut unum sit omne praedicamentum eorum. quae extra praedicantur. alia vero non. quae differentia est.* 203 s. dicenda. Ordo est. Quoniam eorum quae extra. i. singillatim | praedicantur. haec quidem composita sic praedicantur. ut unum sit omne praedicamentum eorum. alia vero non. ea differentia dicenda est. Uuánda súmelichiu dúrh síh kesprócheniu uuâr sint unde zesámene gelégetiu éin bezéichenent unde sámo uuâr sint. tánne aber ánderiu sô ne sint. ter únderskeit ist ze ságenne. unde mit exemplis ze lêrenne. *De homine enim verum est dicere. et extra animal. et extra bipes. et ut unum.* Fone homine mag man súnderigo chéden. daz er sî animal. unde er sî bipes. unde mág man chéden daz tíu zesámene gelegétiu (sic) éin sîn. unde samo uuâr sîn. also

daz uuâr ist. homo animal bipes est. *Et hominem et album. et haec ut unum.* Unde mág ouh uuâr sîn. ube man ételih animal sunderigo ságet hominem uuésen. unde album uuésen. unde díu béidiu éin uuésen. *Sed non cytharedus et bonus. etiam cytharedus bonus.* Chît mán aber daz er súnderigo cytharedus sî. unde er gûot sî dúrh taz ne ist nehéin nôt taz er gûot cytharedus sî. unde daz sámint uuâr sî. dez éinzen uuar uuas.

Quaedam simul incongrue dici. quae per se vere dicta sunt. *Si enim quoniam alterutrum dicitur. et utrumque dicitur. multa inconvenientia erunt.* Sol man daz samint spréchen. daz súndero uuâr ist. so uuér|dent târ uz manigiu gechôse úngelimphiu. *De homine enim. et hominem verum est dicere. et album.* Fóne ételichemo ménnisken ist áleuuar ze spréchenne. daz er menisko (sic) sî. unde er uuîz sî. *Quare et hominem. rursus et album.* Fone díu mag man aber chéden. denselben uuîzen mennisken. ménnisken uuésen ioh uuîzen. *Si et album et hominem.* So chído ih ube man ín uore uuârhafto hîez uuîzen ménnisken. Vbe man uone socrate einest uuârhafto chéden mag. taz er uuîz mennisko sî. so mág man anderest sámo uuârhafto fone ímo chéden. tiser uuîzo mennisko. ist mennisko unde uuîz. *Quare erit homo homo. albus albus.* Fóne díu lége dáz zesámene. so uuírdet tar ûz tíu únnuzza zála. daz ménnisko mennisko sî. uuîz uuîz sî. *Hoc est in infinitum.* Tes íst únmez taz tu spréchen maht fone ímo. ze êrist súnderigo. unde danne sámint. *Et rursus musicus albus ambulans. haec eadem frequenter simplicitas est.* Also díccho mág ouh keaberet uuérden díu súnderigi ube man uone socrate ze êrist chît taz er sî uuîz musicus kânder. uuánda dû aber chéden maht ter uuîzo musicus kânder. ist uuîz unde ist musicus. unde ist kânder. So sol man danne sámint chéden drîestunt. uuîz uuîz uuîz ist. unde iro îo gelichez trîestunt. | *Amplius. Si enim socrates socrates est et homo. erit socrates socrates homo.* Ube sunderigo spréchendo uuâr ist. socrates ist socrates. unde aber sunderîgo uuâr ist. er ist ouh mennisko. so uuírt tanne samint ze chedenne. daz socrates socrates homo sî. *Et si socrates socrates est. et homo. et bipes. erit socrates homo et bipes.* Tísiu uuort firním samo so er châde. ube diu zû dien zuéin ih meino daz er súnderigo. socrates ist. unde homo ist. taz trítta ouh sunderigo chîst taz er bipes sî. sô sólt tu ouh sámint chéden. déro sélbon zuéi unde sunderigo daz trítta. Et rursus si hic idem bipes est et homo. erit socrates socrates. homo

homo. bipes bipes. Ube socrates sunderigo dríu ist. sô sínt sámint ze chedenne. diu selben driu. socrates socrates. et homo et bipes et homo et bipes. Taz socrates ist sunderigo socrates. unde homo. unde bipes. taz kemachot in sament uuésen hominem bipedem. So getân compositio ne geuállet nîeht. *Quoniam ergo si qui simpliciter ponat. complexiones fieri. inconvenientia contingere manifestum est. quemadmodum autem ponendum. nunc dicemus.* Uuánda nû uuóla skînet. mánigiu úngelimphe dannan ûz uuérden. ube îoman úngeskeideno in alla uuîs ze sámene légen uuíle diu proloquia. sô ist taz ze lêrenne. uuîo er tûon sol.

Singillatim secundum accidens praedicata. simul praedicari non posse. | 206 *Quaecumque igitur eorum quae praedicantur. et eorum de quibus praedicantur secundum accidens dicuntur.* Suspensio. Sint taz accidentia díu man spríchet. unde ouh tíu fone díen man síu spríchet. *Vel de eodem vel alterum de altero.* Et hic. Sô man uone einemo subiecto zuei accidentia spréche in hunc modum. Homo albus est. albus musicus est. *Haec non erunt unum.* Depositio. Tíu ne uuúrchent nîeht ein speciem. *Ut homo albus est et musicus.* Álso díu accidentia béidiu fone homine gespróchen uuérdent. álde daz éina accidens fone demo andermo. unde aber daz fone homine. *Sed non est idem musicus et albus.* Síu ne uuúrchent toh nîeht ein speciem. *Accidentia enim sunt utraque eidem.* Uuîo mugen? Sint péidiu éinis tinges accidentia. fone accidentibus ne uuírt nehéin substantia. *Nec si album. musicum verum est dicere. tamen non erit album musicum aliquid.* Unde doh uuâr sî. albus est musicus. siu ne uuérdent îo nîeht éin. *Secundum accidens enim. musicum album. Quare non erit album musicum.* Taz ist fone díu. uuánda síu béidiu sint accidentia. Fone diu ne uuírt nîomer albus durh sih musicus. nube der homo albus. ter ist musicus. Ouh irret taz tia praedicationem daz acci-207 dentia sih lîehto uuéhselont. Ube socra|tes nû ist albus musicus. er mág aber an dero súnnun uuérden niger musicus. Fone díu ist sî lúkke. *Quo circa nec cytharedus bonus simpliciter.* Fone díu ne uuírdet óuh nîeht éin species. cytharedus bonus. uuánda siu béidiu sint accidentia. *Sed animal bipes. Non enim secundum accidens.* Aber animal unde bipes uuúrchent éin speciem hominis. uuánda síu accidentia ne sint. Chît man homo animal est. homo bipes est. taz mág man sáment uuóla chéden. homo est animal bipes.

Similiter quae insunt in prolatione vel narratione simul iuncta non praedicari.

Amplius. Fernémen nóh. *Nec quaecumque insunt in alio.* Noh tíu ándermo ána sint. s. díu ne múgen ouh nîeht kespróchen uuérden ze sámine gelégetiu. *Quare nec album frequenter.* Fone díu ne mag óuh album sô diccho kespróchen uuérden in complexione sô iz extra mag. Chît îoman. uuîz mán ist callias. callias ist uuîz. taz mág uuâr sîn. chît er dánne sáment. uuîz man callias uuîz ist. taz ist únredelih. uuánda iz âna (sic) ist tero prolationi subiectivae partis. taz ánderest prolatum uuírdet an praedicativa parte. Uuîz mán chédendo. uuírt pegríffen. taz er uuîz ist. Pedíu ne gelímfet nîeht sáment. taz sunderigo gelamf. *Neque homo. homo animal. vel bipes.* Noh sús ketân | compositio ne tóug. ube sia îoman uuúrchet. ûzer dien extra praedicatis. So uuér mit téro báldi. daz er fone socrate chéden mag. socrates homo est et animal. sâr chéden uuíle. homo homo est et animal. taz ist also er châde homo animal. animal est. Uuîo mág homo. béidíu sîn. ioh homo ioh animal? An díu daz er homo ist. sô ist er animal. Chît ouh fóne socrate iste homo homo est. et bipes. taz íst áber álso er châde. iste homo bipes bipes est. *Insunt enim in homine. animal et bipes.* An démo námen homo. uuírdet animal uernómen ioh bipes. Ter óuh chît socrates. socrates est et homo. der máhti bedíu chéden socrates homo. homo est. uuánda an socrate uuírt homo natûrlicho uernómen. 208

Hucusque an singulatim vere praedicata. iuncta quoque vera sint. nunc e contra quaeritur. quae vere predicantur iuncta. an eadem verum sit et simpliciter dici.

Verum est autem dicere de aliquo et simpliciter. aut quendam hominem. hominem. aut quendam album hominem. album. Non semper autem. Tisa sententiam súln uuír urâgendo lésen. alsús. Íst ouh súnderigo uuâr. daz sáment uuâr ist? iz mág éteuuanne uuâr sîn. náls nîeht îo. Mág sámo uuâr sîn hominem currere. samo quendam hominem currere? Alde ist sámo uuâr ze spréchenne. album curre|re. sô daz ist quendam album hominem currere? *Sed quando in adiecto quidem aliquid oppositorum inest. quae.* s. opposita *sequitur contradictio. non verum sed falsum est.* Iz ist tánne lúgi. so demo adiecto ételih oppositum ána ist. unde demo opposito uólget contradictio. *Ut* s. falsum est *mortuum hominem. hominem* 209

dicere. Also daz lúgi ist. ube mán tôten ménnisken. ménnisken héizet. Homo ist praedicatum. mortuus ist adiectum. Homo unde mortuus i. ín-sêler (sic) unde âna sêla. díu sint opposita. Tîen uólget súslih contradictio. homo vivit. mortuus non vivit. *Quando autem non inest verum.* sô demo adiecto sólih oppositum ána ne ist. so ist súnderigo uuâr daz samint uuár (sic) uuás. Samint ist uuâr. socrates animal bipes est. *Vel etiam quando inest quidem semper falsum. quando vero non inest. non semper verum.* Alde ióh rehtor ze ságenne. sô díu oppositio ána ist tero praedicationi. sô ist îo daz súnderigo lúgi. taz sáment uuâr uuás. Tánne aber oppositio târ ána ne ist. sô ist iz échert uuílon uuâr. *Ut homerus est aliquid. ut poeta.* Álso diu ist sine oppositione. homerus ist poeta. unde keskéidiniu lugi ist. Ergo etiam est. aut non. Nû uolget témo daz er poeta ist. taz er selbo ist. alde ne ist. Sih án éna praedicationem. sô ist tísiu lúgi. zíu ist taz? *Secundum accidens enim praedicatur esse de homero quia poeta est. sed non secundum se praedicatur de homero quoniam est.* 210 Uuán|da sîn accidens uuárd kezéigot tô man chad poeta est. unde bedíu ne uuárd nîeht taz est substantialiter gespróchen fone ímo. Tanne díu praedicatio uuâr ist. tíu dir chît. homerus est. sô ne ist sî nîeht teil tero accidentalis. tiu dir chît. homerus poeta est. *Quare in quantiscunque praedicamentis. neque contrarietas aliqua. aut ulla oppositio inest. si diffinitiones pro nominibus praedicantur.* Suspensio vocis. Fone díu uuízzist. taz án dien praedicationibus an dîen nehéin contrarietas. unde nehéin oppositio ne ist. ih méino díu sih pírget an dien nominibus. unde aber danne sich óuget. ube man fure diu nomina so homo ist unde mortuus. iro diffinitiones spríchet. i. animatus et sine anima. *Et secundum se predicantur. et non secundum accidens.* Et hic. Unde sîe durh sih kespróchen uuerdent. náls ánahaftîgo. ih méino. also est háftet zu poeta. unde âne poeta ne uuírdet iz praedicatum. *In his et simpliciter verum erit dicere.* Depositio. An dîen uuírt iz óuh súnderîgo uuâr. Sô dû chîst fone socrate. hic homo albus est. unde daz uuâr ist. so ist sámo uuâr. ube dû fone imo chîst. hic albus est. uuánda albus ne chlébêt nîeht zû homo. so est tuot zu poeta. *Quod autem non est quoniam opinabile est. non est verum dicere esse aliquid.* Taz áber ne ist. taz ne mag nîeht túrh taz uuésen. daz man iz uuânet uuésen. *Opinatio autem eius non est. qnoniam est. sed*

quoniam non est. Sîn uuân ist uuórtener fone | ne uuésenne. náls fone 211 uuésenne. Fone díu álso opinabile est. taz an ímo selbemo ne ist. álso íst taz uuâr. daz homerus aliquid ist uuánda er poeta ist. unde ist lúgi daz er mit páremo ist aliquid sî. Homerum esse. daz ist párez esse. homerum poetam esse. alde eloquentem esse. das héizet aliquid esse. Substantia getûot ín esse. accidentia getûont in aliquid esse.

Incipit de oppositione earum propositionum. quae cum modo aliquo proferuntur.

His vero determinatis. perspiciendum est. quemadmodum se habeant negationes et affirmationes. ad se invicem. hae scilicet quae sunt esse possibile et esse non possibile. et contingere et non contingere. et de impossibili et de necessario. Habent enim aliquas dubitationes. Hára nâh ist ze chîesenne. uuîo ouh tiu proloquia. éin ánderen inchéden. díu fone posse uuérdent. unde contingere. unde necesse. uuánda siu zuîvelig sint.

Iudicium. quae negatio affirmationi opponenda sit.

Nam si eorum quae complectuntur. illae sibi oppositae sunt contradictiones. quaecumque secundum esse vel non esse disponuntur. Suspensio. Úbe díu ze sámene gelégeten uuórt. uuíderchedâ machont. an dien geiíht uuírt unde lóugen. *Ut eius quae est esse hominem. negatio est non esse hominem.* | *non autem ea quae est esse non hominem.* Et hic. Also lóugen 212 uuírt tes esse hominem. mit non esse hominem. nals mit esse non hominem. *Et eius quae est esse album hominem. negatio est. ea quae est non esse album hominem eed non ea quae est esse non album hominem.* Et hic. Vnde also gelóugenet uuírt tes esse album hominem. mit non esse album hominem. náls mit esse non album hominem. *Si enim in omnibus aut dictio aut negatio vera.* Et hic. Taz chîesen dâr bî. Vbe in állen contradictionibus taz éina uuâr ist. taz ánder lúgi. unde ouh tero zuéio. est albus homo. est non albus homo. daz eina uuâr ist. taz ánder lúgi. *Lignum erit verum dicere. esse non album hominem.* Depositio. Sô ist tanne uuâr ze sprechenne. daz holz uuésen non album hominem. Cum lignum falsum sit dicere album hominem esse. erit de eo verum dicere. esse non album hominem. Ube iz uuésen ne mag albus homo. sô sol iz aber uuésen non albus homo. Ube iz ne uuéder dero zuéio ne ist. só ne sint síu nîeht opposita.

Idem esse. ambulat et ambulans est.

Quodsi hoc modo et in quantiscumque esse non additur. idem faciet quod pro esse dicitur. Ube aber daz esse sús kespróchen ne uuírdet. an sumelîchen propositionibus. so hábent ten sélben sín. taz tar uúre stât. *Ut eius quae est ambulat homo. negatio est. non ea quae est ambulat non* 213 *homo. sed non ambulat homo.* Also dû chîesen máht. an de|ro ságun. ambulat homo. díu mit non ambulat homo gelóugenet uuírdet. náls mit ambulat non homo. *Nihil enim differt dicere. vel hominem ambulare. vel hominem ambulantem esse.* An íro gât tir einis ze chédenne. homo ambulat. alde homo ambulans est.

An regula secundum esse et non esse praedicandi. ad possibile transeat.

Quare si hoc modo in omnibus. et eius quae est possibile esse. negatio est possibile non esse. non ea quae est. non possibile esse. videtur idem possibile et esse. et non esse. Fóne díu ube iz so uáren sol an anderen ságon. ih meino ube possibile esse geloúgenet uuírt. mit possibile non esse. náls mit non possibile esse. sô uuérdent siu béidiu uuâr an éinemo dinge. *Omne enim. quod est possibile dividi vel ambulare. et non ambulare et non dividi possibile est.* Uuánda an állen dien dividi unde ambulare uuérden mag. an dien mag iz ouh ze léibe uuérden. Ein láchen mag keteilet uuérden. unde ne uuérden. Ter mennisko mág kân. unde ne gân.

Secundum modum potius possibile praedicari.

Ratio autem est. quoniam omne quod possibile est. non semper actum est. Aber der únderskeit ist târ ána. taz tiu so getânen possibilia. nîeht in actu ne sint. Uuârin síu in actu. so der hímel ist uuánda er suéibôt. so ne uuâre is uuéhsel. *Quare inerit etiam negatio.* Fone díu ist in ána nega- 214 tio | samo so affirmatio. *Potest igitur et non ambulare quod est ambulabile. et non videri quod est visibile.* Also án demo skînet. taz tir gân mag unde gesíhtig ist. énez mág. kân unde ne gân. diz mag man séhen. unde ne séhen. At vero impossibile est de eodem oppositas veras esse dictiones. Non igitur est ista negatio. Nû ne mag tes nîeht sîn an dien oppositis. taz tie predicationes béide uuâr ságeen. fóne éinemo dínge. Pedíu ne ist nîeht posse non esse. lóugen des posse esse. *Contingit autem ex his aut idem ipsum dicere et negare simul de eodem. aut non secundum esse vel non esse. quae opponuntur fieri affirmationes vel negationes.* Hínnan geskíhet ein uuéder so daz péide predicationes fóne éinemo dinge

uuâr ságent. daz nîo ne geskáh. alde sie ne inchedent nîeht éin ánderen nah esse et non esse. *Si ergo illud impossibilius est.* Ube aber daz ne mag sîn. daz sie béide uuâr sâgeen. *Hoc erit magis eligendum.* Sô ist pezzera sie ze spréchenne secundum modum. tanne nah esse et non esse. *Est igitur negatio eius quae est possibile est esse. ea quae est non possibile est esse.* Tero affirmationis tiu dir chît. non possibile est esse. *Eadem quoque ratio est. et in eo quod est contingens esse. Etenim eius negatio non contingens esse* Also begágenet tero affirmationi ouh contingens esse. diu negatio non contingens esse. An dísen ist îo daz éina uuâr. daz ander lúgi. *Et in aliis quidem simili modo. ut in ne|cessario et impossibili.* Álso 215 ist ouh an dien anderen negatio ze sezzenne. ih meino an demo necessario. unde an demo impossibili. Temo necessario begagenet. non necessarium. temo impossibili non possibile. *Fiunt enim quemadmodum in illis esse et non esse oppositiones. subiectae vero res. hoc quidem album. illud vero homo. eodem quoque modo hoc loco. esse quidem subiectum sit. possibile vero et contingere oppositiones. determinantes quem ad modum in illis esse et non esse veritatem.* Also an ánderen proloquiis. uuîlon homo uuîlon albus. subiecta uuâren. unde esse et non esse predicationes uuâren. so mûoz aber an dísen esse uuésen subiectum. unde possibile et contingere predicationes. hîer dia uuârheit skéidende. álso derit (sic) tâten esse et non esse. *Similiter autem hae etiam. in eo quod est esse possibile. et esse non possibile.* Tise oppositiones. ih méino nâh modo geuuórhte. skéident samo uuóla dia uuârheit unde lúgi mit possibile et non possibile. álso dérit (sic) tûont an dien simplicibus taz esse unde daz non esse. Ube uuir chéden pluviam esse possibile est. so ist pluviam esse subiectum. possibile est taz ist predicatum. Chéden uuír âna daz possibile simpliciter. pluviam esse. ih méino sô daz ist. video pluviam esse super terram. tánne ist pluvia subiectum. unde ist esse predicatum.

Ordinatio oppositionum secundum modum.

Eius vero quae est possibile est non esse. | *negatio est non possibile est non* 216 *esse. Quare et sequi sese invicem videbuntur.* i. possibile est esse et non esse. Tero affirmationis possibile est non esse. uuírt kelóugenet mit tero negatione non possibile est non esse. Fóne díu ist óffen daz tíu selba affirmatio possibile est non esse. unde ouh tíu possibile est esse. sáment ein ánderên sint. náls gágen ein ánderen. *Non enim contradictiones sibi*

invicem huiusmodi sunt. possibile est esse et possibile est non esse. So getâne predicationes. ih méino zuô affirmationes sô dîesélben sint. tie ne uuérdent nîeht éin ánderen oppositae. *Sed possibile esse et non possibile esse. numquam simul sunt. opponuntur enim.* Aber díse ih meino affirmatio unde negatio. ne múgen sáment sîn. pedíu sint sie oppositae. At vero possibile non esse et non possibile non esse. numquam simul sunt. Uuánda óuh tíse ríngent. pedíu ne múgen ouh sie sáment sîn. *Similiter autem et eius quae est necessarium esse.* So sámo ne uuírt nehéin lóugen dero affirmationis necessarium esse. mit tero *affirmatione* necessarium non esse nube mit tero negatione non necessarium esse. *Eius vero quae est necessarium non esse. ea quae est. non necessarium non esse.* Unde dero affirmationis necessarium non esse. uuírt kelóugenet mit tero negatione non necessarium non esse. *Et eius quae est impossibile esse. non ea* 217 *quae est impossibile non esse. sed non impossibile esse.* Nóh óuh | tero affirmationis impossibile esse. mit tero affirmatione impossibile non esse. núbe mit téro negatione non impossibile esse. *Eius vero quae est impossibile non esse. ea quae est non impossibile non esse.* Aber dero affirmationis impossibile non esse. uuírt kelóugenet mit tero negatione non impossibile non esse.

In declarativa parte modum esse.

Et universaliter vero quemadmodum dictum est esse quidem et non esse oportet ponere. quemadmodum subiecta. negationem vero et affirmationem apponere ad unum haec facientem. i. ad modum tantummodo. Keméinlicho uerním uóne állen daz óuh fóre geságet ist. daz tu esse unde non esse háben sólt fúre subiecta. unde affirmationem ih méino est. ioh negationem ih méino non est. sólt tu légen zû demo modo. ter án possibile ist alde an contingens affirmationem unde negationem máchontemo. *Et oportet putare has esse oppositas dictiones* Unde uone diú súln sie sús stân. sus inchédent sie éin ánderen. Uuîo? *Possibile non possibile. contingens non contingens. necessarium non necessarium. verum non verum.* Uuíle du verum est lóugenen. mit verum non est. taz ne máht tu bedíu nîeht. uuánda sîn negatio ist. non verum non est.

Hucusque de oppositionibus modorum. nunc de consequentiis eorum.

218 *Et consequentiae vero secundum ordi|nem fiunt ita ponentibus.* Tie ouh gehélle sint unde in ne éin iéhent. tie zéigot tíser ordo. *Illi enim quae*

est possibile esse illa quae contingit esse. Tero ságun possibile est. verbi gratia. aliquando esse pluviam. iíhet tiu contingit aliquando esse pluviam. *Et hoc illi convertit.* Unde daz kíltit sî iro. uuánda si iíhet iéhentero. Also possibili uolget contingere. sô uolget possibile demo contingere. *Et non impossibile esse. non necessarium esse.* Unde énen zuéin fólgent tísiu zuéi. Uuánda daz tir sîn mág taz kebúrit. unde ne ist nîeht unmáhtlîh. nôt ne ist is aber nîeht. Tísiu uîeriu tûont éina consequentiam. *Illi vero quae est possibile non esse. et contingere non esse ea quae est. non impossibile non esse. et non necessarium non esse.* Hîer iehent aber zuéin ándere zuô. Temo máhtlih ist taz iz ze léibe uuérde. unde demo dáz gebúrit daz iz ze léibe uuérde. temo ne ist nîeht únmahtlih taz iz ze léibe uuérde. unde démo ist únnôt taz iz ze léibe uuérde. Taz ist ánderiu consequentia. *Illi vero quae est non possibile esse. et non contingens esse. illa quae est necessarium non esse et impossibile esse.* Hîer iéhent aber zuén ándere zuô. Taz tir sîn ne mag. unde ne gebúrit. temo ist nôt. taz iz ne sî. unde únmahtlih taz iz sî. Taz ist tiu drítta consequentia. *Illi vero quae est non possibile non esse. et non contingens non esse. illa quae est necesse esse et impossibile non esse.* Hîer iéhent aber zuéin ságon ándere zuô. | Taz ze leibe uuerden ne mág. noh taz ne gebúrit taz iz ze léibe uuérde. taz ist nôte. unde ist únmahtlih taz iz ne sî. Taz íst tiu uîerda consequentia. *Consideretur autem ex subscriptione quemadmodum dicimus.* An dírro nâhscrífte séhe man iz. 219

Consequentes.

Possibile est esse.	*Contingit esse.*
Non inpossibile est esse.	*Non necesse est esse.*

Consequentes.

Possibile est non esse.	*Contingit non esse.*
Non inpossibile est non esse.	*Non necesse est non esse.*

Consequentes.

Non possibile est esse.	*Non contingit esse.*
Necessarium est non esse.	*Inpossibile est esse.*

Consequentes.

Non possibile est non esse.	*Non contingit non esse.*
Necesse est esse.	*Inpossibile est non esse.*

Primam et tertiam consequentiam contradictorie predicari perverso modo. preter necessaria.

Ergo inpossibile et non inpossibile sequuntur quidem contradictorie. illud 220 *quod est contingens et possibile. et non con|tingens et non possibile sed conversim.* An dero dríttun consequentia stânt mit impossibili. non possibile unde non contingit. án dero êrestun stânt mit non inpossibili possibile unde contingit. Nû órdenoen die alsus.

Affirmatio. Inpossibile esse. Contradictio. Non inpossibile esse. Negatio.
Negatio. Non possibile esse. Contradictio. Possibile esse. Affirmatio.
Negatio. Non contingit esse. Contradictio. Contingit esse. Affirmatio.

221 Hîer séhen uuír die zuô. dien inpossibile | unde non inpossibile consequentes sint contradictorie stân. unde conversim. Conversim dáz chît mísseuuéndîgo. uuánda affirmationi uólgent negationes. únde negationi affirmationes. Táz zéigôt er mit tísen uuórten. *Illud enim quod est possibile esse. negatio inpossibilis* s. sequitur. Possibile dáz affirmatio íst hábit óbe ímo sîn consequens. íh méino non impossibile. dáz tir ist negatio des inpossibilis. Negationem vero affirmatio s. sequitur. *Illud enim quod est non possibile esse. sequitur illud quod est inpossibile esse.* Táz ánder hálb stât gágen possibili. íh méino sîn negatio non possibile táz hábit affirmationem óbe ímo. íh méino inpossibile esse. *Affirmatio enim est inpossibile. non inpossibile vero negatio.* Uués affirmatio ist sî? Táz íst sî non inpossibilis. Tía sélbun míssechêri hábent óuh tíu contingentia. Pedíu uuérdent fóne sex predicationibus tres contradictiones. Tára náh folle sézzên die êristun consequentiam mít non necesse esse. ún (sic) dia dríttun mít necesse non esse. uude séhen úbe díu tûen quartam contradictionem. Taz ferságet er hára náh.

De necessario alium modum fieri.

Necessarium vero quemadmodum sit considerandum est. Chîsen óuh táz 222 necessarium. *Manifestum est quoniam non | eodem modo. sed contrarie sequuntur.* Necessaria ne héllent nîeht tíen ánderên contradictorie. núbe contrarie. Sie ne sínt nîeht sélbin contraria ér méinet táz íro zuéio taz éina ist contrarium. tes ánderis contradictorio. Táz contradictorium sézzèn in míttemen alsús. Non necesse esse. Necesse esse. Necesse non esse. Án dero êristun consequentia stât non necesse esse tes contradictio íst necesse esse. án dero uîerdûn démo ist contrarium. necesse non esse.

án dero dríttun consequentia. Fóne díu íst tíu mítta. contradictoria déro éinun. contraria dero ánderûn. Die ûzeróstun ne sínt ne uuéder nóh contradictorie noh contrarie. *Contradictorie vero extra sunt.* Íro bêdero contradictiones sint ûzeren hálb tírro zuéio consequentiarum. ih méino dero êristun consequentiae unde dero dríttun. *Non enim est negatio eius quod est necesse non esse. non necesse esse.* Tise zuô ne lóugenent éin ándere nîeht. *Contingit enim veras esse in eodem utrasque.* Táz skînet târ ana. uuánda sie béide uuérdent fúnden in éinemo dínge. *Quod enim est necessarium non esse. non est necessarium esse.* Tés nôt ist non esse. tes ne íst nehéin nôt esse. Nôt íst non esse ignem frigidum unde nehéin nôt esse frigidum. An démo igne sint tíe predicationes péide uuâr. Nû sézzên óuh tia ánderûn. unde | dia uîerdun consequentiam. tíe aristotiles 223 úber húob hoc modo.

Affirmatio.	Impossibile est non esse.	Contradictio.	Non impossibile est non esse.	Negatio.
Negatio.	Non possibile est non esse.	Contradictio.	Possibile est non esse.	Affirmatio.
Negatio.	Non contingit non esse.	Contradictio.	Contingit non esse.	Affirmatio.

Hîer sínt áber drí contradictiones. Sézzên uuír nóh zû diu necessaria. ûzer dîen ne uuírdet tánne nîeht contradictio. núbe mêr contrarietas in hunc modum.

Negatio. Non necesse est non esse. Necesse est esse. Affirmatio. Téro êrerun predicationis contradictoria tíu hîer uersuíget ist. ih méino necesse est non esse. díu ist contraria déro ánderûn. álso iz fóre fûor.

Huius dissimilitudinis ratio.

Causa autem est cur non sequantur similiter ceteris. quoniam contrarium idem conversum impossibile necessario redditur idem valens. Uuáz méinet taz necessaria nîeht contradictorie ne gehéllent tíen possibilibus? Táz méinet uuánda inpossibile geuuéhse|lòtiz unde in uuíderuuartîga uuîs ke- 224 spróchениzében uílo gemág temo necessario. *Nam si inpossibile est esse. necesse est hoc non esse. Si vero inpossibile non esse. hoc necessarium est esse.* Táz ist ter uuéhsel. úbe mít inpossibili stât esse. sô stât mít necessario non esse. álso iz ferit án dero drîttûn (sic) consequentia. Ube áber mít impossibili stât non esse sô stât mít necessario esse. álso iz férit án dero uîerdûn consequentia. Äna dén uuéhsel ne hábint síu nehéina consequentiam. Tér sélbo uuéhsel uerzíret tia uîerdun contradictionem. An díen aber contradictio uuírdet. tíu ne habent nieht tisen uuéhsel. *Quare si*

illa similiter. inpossibile et non haec e contrario. Fone díu geskíhet ío dáz uuíderuuártîgo úbe gelîcho uernómen uuérdent. éniz ih méino impossibile iéhendo. únde dísiu idem necessaria lóugenendo. *Nam idem significat necessarium et impossibile quemadmodum dictum est contrarie.* Síu bezéichenent éin uuíderuuártîgo gesprócheniu. Nu sézzên inében alle díe consequentias mít fîer predicationibus alsus.

Inpossibile esse.	contradictorie.	Non inpossibile esse.
Non possibile esse.	contradictorie.	Possibile esse.
Non contingit esse.	contradictorie.	Contingit esse.
225 Necesse est non esse.	contrarie.	Non necesse esse. |
Inpossibile est non esse.	contradictorie.	Non inpossibile est non esse.
Non possibile est non esse.	contradictorie.	Possibile est non esse.
Non contingit non esse.	contradictorie.	Contingit non esse.
Necesse est esse.	contrarie.	Non necesse est non esse.

Hîer séhên uuír dia causam. díu dia consequentiam machôt. unde áber írret tía contradictionem.

Proponit ipsi sibi quasi forte erraverit. ita collocando consequentias. Aut certe impossibile est sic poni necessarii contradictiones. Alde uuâno ih sús ne múgen stân contradictiones necessarii. náh témo possibili. sô sie nû gesézzet sínt. uuánda nah possibili stât non necessarium an dero êristun consequentia. Uuéhselôen. únde sézzên fure necessarium. daz an dero uîerdûn stât. unde dara nâh possibile. dáz án dero êristun stât. *Nam quod necessarium est esse. possibile est esse.* Táz mág uuóla fóne díu gelímflîh sîn. uuánda daz necessarium ist. taz íst óuh târ míte possibile. Nam si non negatio sequitur. Álde úbe ímo possibile ne uólget. sô uólget ímo sîn negatio. íh méino non possibile. *Necesse est enim aut dicere aut negare.* Ímo sól benôte éin uuéder uólgen. possibile álde non possibile. *Quare si non possibile est esse. quod est inconveniens.* Fóne 226 díu. ube necessario possibile | ne fólget. únde ímo áber non possibile fólget. sò fólget ímo sámint non possibili daz inpossibile. daz uuésen ne mág. *At vero illud quod est possibile esse. non inpossibile esse sequitur. Hoc vero illud quod est non necessarium esse.* Nû fólgee necessario daz uuir sáztôn in quarta consequentia. possibile daz uuir sázton in prima. temo uólget non inpossibile esse. unde démo non necessarium esse. Álso uuír dâr séhen múgen an díen consequentiis. *Quare contingit. id quod*

est necessarium esse. non necessarium esse. Sô ist tánne geskéhen contra naturam. taz necessarium íst non necessarium. Târ skînet taz possibile ne uólget necessario.

Qualiter translatum non necesse non esse pro contrarietate supra dicta. contradictionem faciat.

At vero neque necessarium esse sequitur possibile esse. neque necessarium non esse. Nû ne mág ouh táz sîn. dáz possibili uolgêe necessarium esse. álde necessarium non esse. *Illi enim contingit utraque accidere. Horum autem utrumlibet verum fuerit. non erunt illa vera.* Táz íst fone diu. uuánda possibili geskíhet peidiu. íóh posse esse. ioh posse non esse. únde sô énero deuuéderez uuâr uuírdet. íh méino necesse esse. álde necesse non esse. sô uuérdent síu béidiu uertîligôt. Fóne necesse | esse zegât posse non esse unde fóne necesse non esse zegât posse esse. Pedíu ne héllènt (sic) síu in éin. *Simul enim.* s. contingunt *possibile esse et non esse. Sin vero necesse esse vel non esse. non erit possibile utrumque.* Sámint sínt uuâr posse esse unde posse non esse. unde uuánda síu sámint sínt. pedíu zegant síu óuh sámint. sò necesse esse chúmit álde necesse non esse. *Relinquitur ergo non necessarium non esse. ei quod possibile est esse.* Nû mág áber uolgen possibili taz tir chit non necesse non esse. Táz ist fone díu uuánda daz tir sîn mág táz ne hábit tia nôt táz iz ne sî. *Hoc enim verum est et de necesse non esse.* Nû íst óuh táz fone necesse non esse uuâr. Uuáz ist táz? *Haec enim fit contradictio eius.* Taz éniu predicatio non necesse non esse. iro contradictio íst. *Quae sequitur non possibile esse.* Díu sélba íh méino necesse non esse. stât mít non possibile an dero fólgendun descriptione. *Illud enim* i. non possibile esse *sequitur hoc quod est inpossibile esse et necesse non esse. cuius negatio non necesse esse non esse.* So íihet (sic) áber díu non possibile esse. demo inpossibili óbenân. unde démo. sélbin necesse non esse nídenân. dáz énero lóugin ist. íh méino non necesse non esse. *Sequuntur igitur et hae contradictiones secundum predictum modum.* An sús ketânero ordinatione. máchont| tíu necessaria sámo uuóla contradictionem sámo díu possibilia. Et nihil inpossibile contingit sic positis. Unde neíst nîeht úngelîchis tîen ánderên contradictionibus. sô man die consequentias sús sézzêt. Táz lêret únsîh (sic) tisiu descriptio.

227

228

Affirmatio.	Inpossibile esse.	Contradictio.	Non inpossibile esse.	Negatio.
Negatio.	Non possibile esse.	Contradictio.	Possibile est esse.	Affirmatio.
Affirmatio.	Necesse est non esse.	Contradictio.	Non necesse est non esse.	Negatio.

Hínnân skînet táz possibili péidiu gehéllent ióh non necesse esse. ióh non necesse non esse.

Item questio an possibile necessario consentiat.

Dubitabit autem aliquis. si illud quod necessarium est possibile esse sequitur. Zuîuel mág óuh sîn ube possibile gehélle necessario. *Nam si non sequitur. contradictio sequitur non possibile esse.* Úbe possibile ímo ne gehíllet. sô gehíllet ímo aber sîn lougen. non possibile esse. *Et si quis non hanc dicat esse contradictionem. necesse est dicere possibile non esse.* Únde ne gíbet er ímo dén lóugen sô gibet er áber dísen. i. possibile non 229 esse. *Sed utraeque falsae sunt.* Tíu sínt kelógen béidiu. | Tér possibili uerságet ten lóugen non possibile. ter líuget ter ímo óuh tén ságet possibile non esse. ter líuget áber. Uuíle óuh îoman strîten daz non possibile necessario uolgée. Uuáz keskíhêt (sic) tánne? Dáz non posse. sámint necessario sî. Tés ne mág nîeht sîn. Úbe er ímo óuh fúoget possibile non esse. dáz íst sámo úngelímfe. Tés kíbet er nû exemplum. *At vero rursus idem videtur esse possibile incidi et non incidi. et esse et non esse.* Nû mág éin díng péidiu uuérden. uerscrôten ióh úmuerscrôten. unde uuésen ióh ne uuésen. *Quare erit necesse esse contingere non esse.* Ze dero uuîs keskíhêt (sic) taz tes nîeht ne sî. dáz tóh nôte íst. *Hoc autem falsum est.* Táz ist kelógen. dáz iz penote súle uerscrôten uuérden unde dóh múge unde ne múge uerscrôten uuérden.

Quae creaturae habeant posse et non posse et quae non habeant.

Manifestum est autem quoniam non omne possibile vel esse vel ambulare. et opposita valet. Uuír uuîzen (sic) dáz álliu possibilia. sô dáz íst possibile esse alde possibile ambulare. nîeht ne uuérdent non possibilia. *Sed est in quibus non est verum.* Ételîchiu sint an díen non possibile lúgi ist. *Et primum quidem in his quae non secundum rationem possunt.* Állero méist 230 án díen. díu posse habent âna uuízze. *Ut ignis calefactibilis.* | Álso fíur prénnen mag. *Et habet vim inrationabilem.* Unde día máht hábit iz uuízzelôsiz. Íz hábit posse calefaciendi âna non posse. *Ergo secundum rationem potestates ipsae eaedem plurimorum contrariorum* i. oppositorum *sunt.* Târ uuízenthéit íst. târ sínt péide máhte. faciendi ióh non

faciendi. Homo medicus mág curare. er mág óuh non curare. *Inrationabiles vero non omnes sed quemadmodum dictum est. ignem non esse possibile calefacere et non.* Díu rationis tárbènt. tíu ne hábent nîeht álliu máhte túennis unde ne tuennis. álso fíur nîeht péide máhte ne hábit prénnennis unde ne brennennis. *Nec quaecumque alia semper agunt.* Noh téro nehéinemo ne íst sámint ána posse unde non posse. día îo dáz éina tûont. álso fíur îo prennit. *Aliqua vero possunt et secundum inrationales potestates simul quaedam opposita.* Nû sînt (sic) tóh ételichiu inrationalia tíu béidiu gemúgen. ióh uuérden ióh ne uuérden. tólèn unde ne dólèn. álso uuîn mág uuérden únde ne uuérden. unde éin hût uersnîten uuérden unde ne uuérden. *Sed hoc quidem idcirco dictum est. quoniam non omnis potestas oppositorum est.* Fóne díu spráh íh táz fóne díen. díu in actu sínt. fone díu lîez ih | tíu uóre. uuánda álle máhte. oppositorum nîeht máhtîge ne sint. Taz fíur mág taz éina déro oppositorum. âna daz ánder. *Nec quaecumque* s. possibilia *secundum eandem speciem dicuntur.* Únde dû uuízist. taz álliu possibilia nîeht éinis speciei ne sínt. Síu ne sínt nîeht éin déro rationalium só der medicus íst. núbe óuh inrationabilium. sô daz fíur íst unde dáz man uersképfen mág. 231

Non uno modo dici possibile.

Quaedam vero possibilitates equivocae sunt. Súmelîche máhte. sint úngelîcho gehéizene. *Possibile enim non simpliciter dicitur.* Taz íst fóne díu. uuánda maht ze éinero uuîs kesprochen ne uuérdet (sic). *Sed hoc quidem quoniam verum est. ut in actu.* Núbe dánnân uuírt súmelîchiu gespróchen. daz sî uuâr íst fóne tâte. *Ut possibile est ambulare quoniam actu est quoniam dicitur possibile.* Álso an démo skînet. táz fóne díu gât uuánda iz kân mág. unde an déro tâte tíu máht skînet. *Illud vero quod forsitan agit ut possibile est ambulare. quoniam ambulabit.* Ánderiu maht íst tés táz nóh tûon sól álso dés íst. táz kân mág. sô iz uuíle.

Solutio prioris quaestionis id est cui possibili necessarium conveniat. | 232
Et haec quidem inmobilibus solis est potestas. illa vero et in immobilibus. Tíu máht faciendi et non faciendi. díu íst an díen lébenden. áber díu éhert faciendi díu íst an díen únlébendèn. *In utrisque vero verum erit dicere. non impossibile esse ambulare vel esse.* An îo uuédermo chît man uuârháfto. dáz iz múge gân unde uuésen. *Et quod ambulat iam et agit. et ambulabile.* Íh méino ióh táz nû îo âna (sic) gât. ióh táz kân mág. *Sic igitur possibile non est verum de necessario simpliciter dicere. alterum autem*

verum est. Sô getân possibile. i. faciendi et non faciendi. táz ne gehíllet nîeht necessario. Táz échert faciendi possibile íst. táz kehíllet necessario. *Quare quoniam partem universale sequitur.* Fóne díu. uuanda parti totum uolget. verbi gratia dâr homo íst. târ ist animal. *Id quod ex necessitate est sequitur posse esse sed non omnino.* Tannân uolget necessario dáz posse. Dâr necesse íst târ íst posse. Iz ne gât aber nîeht úmbe. so uuâr posse íst. taz târ mítte sî necesse.

Item de ordine consequentiarum.

Et est quidem fortasse principium quod necessarium est. et quod non necessarium est. omnium vel esse vel non esse. Únde uuóla mág keskéhen dáz necesse únde non necesse hóubet súlen uuésen állero déro ánderro 233 consequentiarum ih méino | possibilium esse vel non esse. *Et alia quidem quae ad modum horum consequentia considerare oportet.* Únde necessariis fóre stânden. diu ánderiu sulen uuésen ungeuolgîg.

Potestatem ordine temporis necessitatem naturae dignitate precedere.

Manifestum autem. ex his quae dicta sunt. quoniam quod ex necessitate est secundum actum est. Hínnân skînet. táz îo nôt in tâte íst. Táz îo benôte íst. Álso fíur benôte héiz íst. táz tûot óuh îo. iz prénnet îo. *Quare si priora sunt sempiterna* s. non sempiternis. *et quae actu sunt. potestate priora sunt.* Fone díu. úbe sempiterna. íh méino díu hímilískin díu êuuiga tât hábent âna uuéhsel. fórderôren sint non sempiternis. sô sól óuh tíu tât téro non sempiternorum. fórderôra sîn iro potestate. *Et haec quidem sine potestate actu sunt. ut primae substantiae.* Táz chído íh fone díu. uuanda súmelîchiu díng sínt án dero tâte. âna día máht tés non faciendi. sô divinae substantiae sínt. Síe hábent in actu bonum. Hábetîn síe potentiam non agendi bonum. dáz uuâre impotentia. *Alia vero sunt actu cum possibilitate. quae natura priora sunt tempore vero posteriora.* Sô sínt ánderiu díng. tíu dia tât hábent sámint tero máhte. tero tât íst 234 natûrlîcho fórderôra. iro máht íst áber álterôra. Tíu máht | fabricandi domum gât fóre tára nah fólget tiu tât. Toh éniz êrera sî. diz íst tíu êrera. uuánda díu máht efficiendi. ne ferfâhet nîeht âna dia effectum. *Alia vero numquam sunt actu. sed potestate solum.* Súmelîchiu ne hábent tia tât. núbe échert tia máht. Numerus ne íst nîeht in tâte infinitus. ér mág áber uuérden infinitus. Decem alde centum ne sínt infiniti. síe múgin áber uuáhsen in infinitum.

Explicit de propositionibus secundum modum dictis. Aliud thema inchoat. id est questio. utrum propositae rei negatio vel magis affirmatio contraria sit.

Utrum autem contraria est affirmatio negationi. et oratio orationi. quae dicit quoniam omnis homo iustus est. ei quae dicit nullus homo iustus est. an ea quae est omnis homo iustus est. ei quae est omnis homo iniustus est. Callias iustus est. callias iustus non est. callias iniustus est. quae horum contraria est? Uuáz íst téro affirmationi uuíderuuártîg. tíu dir chît mánnolîh ist reht. uuédir díu affirmatio mánnolih ist únreht. alde díu negatio. nîoman ne íst réht? Íst téro affirmationi callias íst réht mán. diu affirmatio uuíderuuártig callias íst únreht man. álde díu negatio. callias ne íst nîeht réht man? *Nam si ea quae sunt in voce. sequuntur* | *ea quae sunt* 235 *in anima.* Sínt tíu uuíderuuártîg in rédo. díu uuíderuuártîg sínt in mûote. *Illic autem contraria est opinio contrarii. ut omnis homo iustus. ei quae est omnis homo iniustus.* Únde ube dâr uuíderuuártîg íst. tér uuân daz mánnolih réht sî. démo uuâne. daz mánnolîh únreht sî. *Etiam in his affirmationibus quae sunt in voce. necesse est similiter se habere.* So uérit iz oúh dúrh nôt. an déro rédo. *Quod si neque illic contrarii opinatio. contraria est.* Úbe áber in démo mûote. dér uuân déro éinun affirmationis uuíderuuárto ne íst sînes uuíderuuárten. íh méino dés uuânes téro ánderûn affirmationis. *Nec affirmatio affirmationi erit contraria. sed ea quae dicta est negatio.* Sô ne uuírdet tána mêr an déro rédo. dáz éin affirmatio uuíderuuártîg sî tero ánderûn. núbe diu negatio. Id est nullus homo iustus est. uuíderuuállôt tero affirmationi omnis homo iustus est.

Non universalem prius opinionem aggreditur. ut perveniat ad universalem.

Quare considerandum est. Fone díu ist ze séhenne. *Cui falsae opinioni. vera opinatio contraria est.* Uuédermo lúkkemo uuâne. uuârer uuân uuíderuuártîg sî. Uuârer uuân ist. táz ter gûoto gûot sî. Tára | gágene 236 sínt tíe zuêne lúkke. táz ter gûoto gûot ne sî. alde er úbel sî. Uuédermo íst er uuíderuuártîg? *Utrum negationi.* Uuéder demo sléhten lóugene dáz er gûot ne sî. *An certe ei quae contrarium opinatur.* Álde démo uuíderuuártîgin dáz er úbel sî. *Dico autem hoc modo. Est quaedam opinatio vera boni quoniam bonum est. alia vero quoniam non bonum*

falsa. alia vero quoniam malum. Quae horum contraria est verae? Uuéder díu uerságenta propositio. dáz tir íst. álde díu ságenta. dáz tir ne íst. uuíderuuállôt téro ságentûn dáz tir ist? *Et si est una. secundum quam contraria?* Unde úbe zueio uerságentero propositionum éin significatio ist. uuéderiu déro íst contraria? Uuéderiu íst téro propositioni dies est. uuíderuuartig. túu dir chît nox est. alde non est dies? Sie bezéichenent éin.

De falsa opinione quae oritur a contrariis.

Nam arbitrari contrarias opiniones diffiniri in eo quod contrariorum sunt falsum est. Tér dir uuânit uuésen contrarias opiniones. tíe fóne contrariis sint. tér íst petrógen. *Boni enim quoniam bonum est. et mali quoniam malum est.* Álso die uuâna fóne contrariis sint. taz man gûot uuânit uuésen daz kûota únde úbel uuésen daz ubela. *Eadem fortasse opinio. et vera sive plura sint. sive una.* Mág keskéhen dáz ist échert éin 237 uuân | únde uuârer uuân. sô er ein uuân sî. alde ne sî. Iz mag ein uuân sîn. uuánda ein uuârheit in béiden ist. So uuéder iz sî. uuâr ne ist îo nîeht uuíderuuartig uuâre.

Falsae opinionis destructio.

Sunt autem ista contraria s. quae in opinione sunt. Nû sint ofto uuíderuuartig tíu in mánnis uuân chomint. *Sed non in eo quod contrariorum sunt.* Nî doh nîeht umbe daz. taz sie uone uuíderuuartigen chómen sint. *Sed magis quod contrarie.* Nube dánnan. daz sie uone éinemo dínge in uuíderuuartiga uuîs dénchent. sô daz ist. úbe man gûot pediu ahtont uuésen guot íoh úbel.

Opinioni de bono quoniam bonum sit. oppositam et contrariam esse quae est de bono. quoniam non bonum sit.

Si ergo est boni quod bonum est. Vbe éin uuân ist fóne gûotemo daz iz kûot si. *Opinatio est autem quoniam non bonum est.* Unde ánder uuân ist. taz iz ne sî. daz iz toh ist. ih méino daz iz kûot ne sî. nóh honestum. noh utile noh expetendum. *Est autem quoniam aliud aliquid quod non est. neque potest esse.* Unde der drítto uuân ist. daz iz sî. daz iz ne ist. noh uuésen ne mag. ih méino daz iz úbel sî. alde iz quantitas sî. alde iz aliquid sî. alde ánderiu díu infinita sint. *Aliorum nulla ponenda est* s. contraria *nec quaecumque esse quod non est opinantur. neque quaecum-*

que non esse quod est s. praeter oppositam. Sô ne íst temo uuâne daz taz kûota gûot sî. tero mánigon nehéin uuíderuuartig. tie iz áhtont uué-sen daz iz ne sî. alde ne uuésen daz iz ist. âne sîn oppositum. *Infinitae enim* | *utraeque sunt. et quecumque esse opinantur quod non est. et non* 238 *esse quod est.* Tero uuâno ist únende die iz áhtont uuesen daz iz ne ist. alde ne uuésen daz iz ist. *Sed* s. opposita *in quibus est fallatia.* s. prima. Opposita sint îo contraria. Fóne dien chóment tie lúgi. álso daz ist. taz man gûot uuânit ne uuésen kûot. Témo uuâne uólgent tíse uuâna. daz bonum ne sî honestum. unde iz ne sî utile. nóh appetendum. tîe ne sint nîcht uuíderuuartig témo. daz man uuânit taz kûota uuesen gûot. uuánda sie ímo opposita ne sint. Uuân uone gûotemo. daz iz kûot ne sî. ist uuí-deruuartig temo uuâne daz iz kûot sî. *Haec autem* s. fallatia. *ex his ex quibus sunt generationes.* Sî ist tánnan. dánnan álle gebúrte sínt. *Ex oppositis generationes quare etiam fallacia.* Fóne oppositis sint álle ge-búrte. sô ist óuh tiu lúkkî. Fóne unsûozemo uuírt sûoze. fóne únher-temo uuírt hérte. fóne unsuárzemo uuírdet suarz. Uuánnan máhtin siu uuérden âne uóne îro oppositis? Uuîo mahti sûoze uuérden uóne uuî-zemo. alde uóne hertemo? Uuîo mag ouh fallacia uuérden uone táge? alde uóne naht. alde fone ánderen díu iro opposita ne sint? Fone con-tradictione veritatis uuírt fallacia. Prima fallacia ist. taz man uuânit alde chît éin díng ne uuésen daz íz íst. tíu ist uuíderuuártig témo uuâne. ter iz áhtot uuésen daz iz ist. Uuánda dîe zuêne uuâna oppositum máchont. pedíu ist fallacia in oppositis. |

Item validius argumentum de eadem re. 239

Si ergo quod bonum est. bonum et non malum est. et hoc quidem secun-dum se. illud vero secundum accidens. Úbe daz kûota gûot ist. unde úbel ne ist. sô ist ímo éinez ánaburte. tiz ist ímo zû geslúngen. *Acci-dit ei malum non esse.* Imo ist taz chómen daz iz úbel ne sî. *Magis autem in unoquoque est vera* s. oppinio *quae secundum se est.* Nû ist ter uuân îo uuârera. ter ánaburtiges tíngis ist. tánne der zûgeslungenis tín-gis sî. *Etiam falsa. si quidem vera.* Ube dér uuâro sô ist. tanne ist óuh ter lúkko sô. *Id est falsa oppinio quae secundum se est. fallacior est illa falsa quae secundum accidens est. Ergo ea quae est quoniam non est bonum quod bonum est. secundum se consistens falsa est.* Ter

uuân ter daz kûota uuânit ne uuésen gûot. ter ist ánaburtîgis tingis lúkke. *Illa vero quae est. quoniam malum est. eius quod est secundum accidens.* Ter aber daz kûota zîhet úbelis. ter ist fólgentis tíngis unde zûgeslúngenis. *Quare magis erit falsa de bono. ea quae est negationis opinio. quam ea quae contraria est.* Fóne díu ist ter uuân lúkkero târ negatio boni ána líutet. ih méino quoniam bonum non est bonum. danne der sî. dâr malum ána líutit. ih méino quoniam bonum malum. Malum ist îo contrarium bono.

Revertitur. ut ex his praemissis. faciat questionis solutionem.

Falsus autem magis circa singula. qui habet. i. hic habet *contrariam opinationem.* Ter an díngolîchemo der lúkkero ist. ter hábet geuángen 240 an den uuíderuuar|tigen uuân. *Contraria enim sunt eorum quae plurimum circa idem differunt.* Tiu sint îo uuíderuuartig. tíu an éinemo dínge síh hártôst skeident. also uuîz unde suárz tûont an dero uáreuuo. *Quod si horum contraria est altera.* Ube éin uuederiu uuíderuuartig ist. ih meino díu dir chît. bonum non bonum. alde diu dir chît. bonum malum est. *Magis vero contraria contradictionis.* Unde ube diu uerságenta hártor uuíderuuartig ist. ih méino quoniam bonum non est bonum. *Manifestum est quoniam haec erit contraria.* Sô skînet taz sî héizen sól contraria. *Illa vero quae est quoniam malum est quod bonum. implicita est.* i. non simplex est. Ter uuân daz kûot úbel sî. ter ist zuísker. *Etenim quoniam non bonum est. necesse est id ipsum opinari.* Uuánda dâr mite uuânit er iz ouh ne uuésen gûot. Pedíu ist ter slehto uuân sléhtemo uuíderuuartig. Sîd taz sô ist. taz témo uuâne der daz kûota chît uuésen gûot uuíderuuartig ter ist. ter iz chît ne uuésen gûot. mêr danne der iz chît uuésen ubel. sô ist oúh penôte demo uuâne ioh tero rédo omnis homo iustus est uuíderuuartig ter uuân unde diu réda nullus homo iustus est. mêr dánne omnis homo iniustus est.

Roboratur sententia exemplo.

Amplius. Fernîm nóh. *Si etiam in aliis similiter oportet se habere. et hic videtur esse bene dictum.* Ist óuh an ánderen uuânen hártor uuíderuuartig contradictio danne contrarii affirmatio. sô habo ih hîer réhto ge-241 ságet. *Aut enim utique* s. magis *contraria est ea quae est con|tradictio-*

nis. aut nusquam. Iz sól uberal sô uáren. daz ter uuân contradictionis sî uuíderuuartig. alde nîener. *Quibus vero non est contraria. de his est quidem falsa. ea quae est vere opposita.* Tiu contrarium ne habent. also homo ne hábet. fone dîen uuírdet lúkke. der uuídersagento uuân. *Ut qui hominem non putat esse hominem falsus est.* Also der uuân lúkke ist. ter den ménnisken ne uuânit uuésen ménnisken. *Si ergo hae contrariae sunt et aliae contradictiones.* Sint tíse zuêne uuâna uuíderuuartîg. uuánda an in contradictio ist. sô uérit iz óuh târ sô. târ ándere contradictiones sint.

Opiniones quae simul verae sunt non posse contrarias fieri.

Amplius. Ferním óuh. *Similiter se habet boni quoniam bonum est. et non boni quoniam non bonum est.* Tîe zuêne uuâna sint ében geuuâre. daz kûot kûot sî. unde úngûot kûot ne sî. *Et super has boni quoniam non bonum est. et non boni quoniam bonum est.* Unde dâr míte sint ében lukke die zuêne. daz kûot kûot ne sî. unde ungûot kûot sî. *Illi ergo verae opinioni quae est non boni quoniam non bonum est. quae est contraria?* Uuéler ist temo uuâne uuíderuuartig daz ungûot kûot ne sî? *Non enim ea quae dicit quoniam malum est.* Táz ne mag ter nîeht sîn. ter ungûot chît úbel sîn. *Simul enim aliquando erit vera.* Fóne díu ne mág er. uuánda sie samint múgen uuâr sîn. Uuer zuuîuelôt uuánda úngûot kûot ne ist. iz ne múge ubel sîn? *Numquam vera verae contraria est.* Nîomer ne | uuírt uuâr uuâre uuíderuuartig. *Est enim quiddam* 242 *non bonum malum.* Ungûot ist uuílon úbel. *Quare contingit simul esse veras.* Fone díu uuérdent sie sáment uuâr. At vero nec illa quae est non malum. Nóh ter. der ungûot chît ne uuésen úbel. *Simul enim et haec erunt.* Uuánda óuh tie sáment uuâr uuérdent. Álso daz kûot nóh úbel ne ist. ube mán âna dúrfte prîchet aba bóume éin lóub. *Relinquitur ergo ei quae est non boni quoniam non bonum. contraria ea quae est non boni quoniam bonum.* Fone díu ist temo uuâne daz úngûot kûot ne sî. uuíderuuartig tér uuân. daz úngûot kûot sî. *Quare et ea quae est boni quoniam non bonum. ei quae est boni quoniam bonum.* Sô ist óuh ter. daz kûot kûot ne sî. demo daz kûot kûot sî.

Universaliter propositionum contraria fieri simili modo sicut non universalium. in quo soluta sit questio.

Manifestum est autem quoniam nihil interest nec si universaliter ponamus affirmationem. Tísemo gelîcho uérit iz óuh tánne. ube uuír sézzen den álelîchen uuân. *Huic enim oppinioni ut est quae opinatur. quoniam omne quod est bonum bonum est. contraria ea erit universalis negatio quae est nihil horum quae bona sunt bonum est.* Uuánda demo uuâne daz állero gûotelih gûot sî. ist ter uuíderuuartig. daz nehein gûot kûot ne sî. *Nam ei quae est boni quoniam bonum si universaliter sit bonum. ea est quae opinatur quicquid est bonum. quoniam bonum est.* Uuíle 243 dû den uuân daz kûot kûot sî állelicho | spréchen sô chîst tû állêr gûotelih gûot uuésen. *Similiter autem et non bono.* Álso máht tû den uuân daz kûot kûot ne sî. máchon állelichen chédendo. daz nehein gûot kûot ne sî. *Quare si in opinione se sic habet.* s. ut sit ipsa opinio universalis et contraria. Fóne díu ube iz so ist an démo uuâne. daz er állelîh sî unde uuíderuuartig ándermo. *Sunt autem hae quae sunt affirmationes et negationes notae eorum.* i. eorum passionum *quae sunt in anima.* Sága sint îo óffenunga des uuânis. unde dero gedáncho. *Manifestum est quoniam etiam affirmationi universali contraria quidem negatio universalis circa idem.* Sô uuírdet tánnan ih méino fóne dero uuíderuuartigi des állelichen uuânis. samo uuíderuuartîg éin állelih sága ánderro. *Ut ei quae est omne bonum bonum est. vel omnis homo bonus est. ea quae est vel quoniam nullum vel nullus.* Álso der állelichun rédo daz áller gûotelih kûot sî. díu réda uuíderuuartig ist. daz nehéin gûot kûot ne sî. alde óuh tero daz mánnolih kûot sî. tiu uuíderuuartig ist daz nehéin man kûot ne sî. *Contradictoriae autem. aut non omnis homo. aut non omne.* Ube aber non omnis. târ stât fure nullus. sô sint sie contradictoriae. nals contrariae. *Manifestum est autem quoniam et veram verae non contingit esse contrariam nec opinione nec contradictione.* Nîomer ne geskíhet éinen uuân uuârin alde éina ságun uuâra. ánderen uuâren uuí244 deruuartig uuérden. *Contraria enim sunt quae circa | opposita sunt.* Taz skînet târ ána uuánda álliu contraria sint opposita. Oppositio ist

íro genus. *Circa eadem autem contingit verum* i. duo vera *dicere eundem.* s. quod in oppositis impossibile est. Sò geskíhet éteuuen uuâr ságen. úber ságet éinemo dínge zuéi ána sîn. So turpitudini ána ist ut bona non sit. et mala sit. taz in oppositis nîo geskehen ne mág. *Simul autem non contingit eidem inesse contraria.* Fone díu ne múgin ouh contraria uuésin an énemo (sic) dínge. uuanda iz íro genus ne mag.

Explicit.



Zur Geschichte der italienischen Poesie.

Von
Hrn. RANKE.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 5. November 1835.]

Heutzutage wird nicht leicht jemand eine Nazion oder eine Zeit zu kennen glauben, wenn er nicht neben den Handlungen die sich in Staat und Kirche, in Krieg und Frieden ereigneten, auch die man darf wohl sagen unmittelbareren, von Bedingungen freieren Äufserungen ihres Geistes in Litteratur und Kunst erwogen hat.

Dies ist nicht so schwer, wenn man Nazionen betrachtet deren Dasein sich dem Naturzustande nähert. Mit der Poesie, die ihnen, als ein Ausdruck ihrer Sinnesweise, Erinnerungen und Wünsche, fast von selbst kommt, mit der feststehenden nur ein Überkommenes überliefernden, nicht immerfort suchenden Litteratur, die ihre Priester inne haben, können solche lange haushalten. Die Poëten mögen blühen und sterben, neue Hervorbringungen aufkommen und die alten vergessen werden: der Unterschied wird niemals sehr bedeutend sein: immer wird derselbe Baum gleichartige Früchte tragen. Aus dem eingebornen Sinn der Nazion und dem grofsen Umrifs ihrer Schicksale ist am Ende alles zu erklären.

Da aber wo das Leben ist, wechseln die Weltalter.— Ich weifs nicht, ob irgend noch ein ander Mal eine solche Umwandelung eintrat, in einer so kurzen Periode so durchgreifend und vollständig, wie diejenige ist welche das Mittelalter von der modernen Zeit trennt. Ein Gefühl derselben dringt sich bei der ersten Bekanntschaft auf. Je mehr man eingeht, desto deutlicher nimmt man eine andere Welt der Gedanken wahr, eine abweichende Form des Ausdrucks, einen verschiedenen Kreis und Zusammenhang jener geistigen Tendenzen welche alle Hervorbringung beherrschen, einen andern Himmel, wenn wir so sagen dürfen, und eine andere Erde.

Es wäre unstreitig ein sehr würdiges und Ruhm versprechendes Unternehmen diese Umwandelung allseitig und in ihrem innern Gange zu beobachten; allein in demselben Grade ist es auch schwierig und weitaussehend. Wer will es wagen das Werden zu beschreiben? wer will den Quellen des geistigen Lebens und den geheimen Zuflüssen seines Stromes, den Lauf desselben entlang, nachforschen?

Zunächst mag es wohl erlaubt sein mit Beobachtungen die man in einem beschränktern Kreise, an einem einzelnen Zweige gemacht hat, hervorzutreten; wie das hier meine Absicht ist.

Man weifs, dafs in den litterarischen Bewegungen des funfzehnten und sechzehnten Jahrhunderts am frühesten die italienische Poesie sich ausbildete, und dafs es vornehmlich die erzählende Gattung war, in welcher sie zu einer anerkannten Vollkommenheit gelangte. Da gerade diese Gattung den Stoff des Mittelalters ergriff und ihn bis zu der Form brachte die man in neuern Zeiten classisch genannt hat, so scheint es mir der Mühe werth eben sie ins Auge zu fassen und die Veränderungen zu beobachten, die an ihrer Art und Kunst allmählig hervortraten.

Ich will in dieser Absicht von einem alten Buche ausgehn, welches Sinn und Manier des Mittelalters besonders deutlich vergegenwärtigt, und wie es durch eine eigenthümliche Lebenskraft sich noch bis jetzt unter dem Volke erhalten hat, so die Grundlage zu vielen andern romantischen Werken geworden ist: von den *Reali di Francia.* Ich versäume hiebei um so weniger zugleich von den bisher unbekannt gebliebenen und für verloren gehaltenen spätern Theilen dieses Werkes Nachricht zu geben, da der Inhalt desselben auch an sich alle Aufmerksamkeit verdient.

REALI DI FRANCIA.

Nicht eigentlich nemlich jene genealogische Heroenfabel von dem Geschlechte französischer Könige, welche der Titel andeutet, noch auch, wie in ähnlichen Büchern, eine Reihe ritterlicher Abenteuer allein, sondern — um meine Überzeugung ohne Weiteres auszusprechen — eine eingebildete, fantastische Historie der Ausbreitung des Christenthums, die indefs mit jener Fabel auf das genaueste verknüpft ist, macht den Gegenstand der Reali aus.

Es wird eine Zeit angenommen in welcher es in Rom einige Christen gab, unter Papst Silvester, die jedoch eben vertrieben wurden, andere in

England und Irland, noch andere, wie es hier heifst, gegen Indien hin, in welcher aber sonst die ganze Welt, Europa wie Asien und Africa, im Besitz von Heiden und Saracenen war. Diese beten ihre Götter, Apollino, Mahomet, Jupiter, Trivigante, Belfagor, an: auf das seltsamste, wie man sieht, ist ihr Bekenntnifs zusammengesetzt: ihnen opfern sie ([1]).

Wenn nun erzählt werden soll wie das Christenthum ausgebreitet worden, sollte man erwarten dafs man von Missionen und Lehre zu hören bekommen würde. Jedoch daran wird kaum gedacht. Die Ausbreitung geschieht durch das Schwert und die Waffen. Die Prinzen von Frankreich, schon bei ihrer Geburt auf der Schulter mit dem Kreuze gezeichnet, sind durch höhere Fügung sie ins Werk zu setzen bestimmt.

Nachdem Kaiser Constantin durch Silvester von dem Aussatz geheilt worden ist, das Christenthum angenommen, die Leiber Peters und Pauls aufgefunden und den Grundstein zu den Kirchen dieser Apostel gelegt hat — dies ist nur die Vorbereitung — geschieht es „um grofser Geheimnisse Gottes willen" dafs sein Sohn Fiovo von dem Hofe fliehen mufs. Schon im Walde bei Corneto wird derselbe mit der Fahne Oriflamme ausgerüstet, welche die Verheifsung des Sieges hat alle Mal sobald sie nicht gegen Christen fliegt. Er überwindet und bekehrt sofort Mailand: doch darf er diesseit der Alpen nicht weilen. In einer Provinz von Frankreich, genannt Sansogna, erwirbt er durch grofse Waffenthaten ein Reich, das er unverzüglich christlich macht, und eine Gemahlin: gar bald hat er Anlafs weiter zu gehn: er erobert Paris und läfst ganz Frankreich taufen: hierauf erhebt er sich wider das Reich Darbena an den deutschen Grenzen: er schlägt die Deutschen, die sich dort versammeln „wo Rhein und Donau entspringen", trotz ihrer Tapferkeit, und nöthigt ihnen Christenthum und den Eid des Gehorsams auf hundert Jahr auf. Dergestalt erobert er einen Mittelpunct christlicher Länder, hauptsächlich in Deutschland und Frankreich, und fast sollte es scheinen als wäre in diesem Flavier eine Erinnerung an die Thaten Chlodwigs und seiner nächsten Nachfolger übrig.

([1]) Man erinnert sich, dafs Herzog Conrad von Masovien, als er den deutschen Rittern den Kampf gegen die heidnischen Preufsen übertrug, ihnen alles überliefs was sie diesen „Saracenen" abgewinnen würden: *quidquid de personis vel bonis omnium Saracenorum adipisci potuerint.* Sogar in Urkunden drang denn jene Vermischung ein.

Ein solcher Fortgang aber setzt die gesammte Heidenschaft in Schrekken, und in unzählbaren Schaaren kommen sie, Rom ,,das einst die Frau und das Haupt der ganzen Welt war" zu erobern.

Hierauf ist nun ausführlich zu lesen wie Fiovo mit seinen Vasallen und seinen Kindern vornehmlich durch die Tapferkeit des ersten Paladins von Frankreich, Riccieri, der aus dem Blute der Scipionen stammt, in langen Schlachten Rom errettet, wie alsdann sein Enkel Fioravante unter den mannigfaltigsten Abenteuern zwei Reiche, die mit Darbena enge verbündet gewesen, Scandia und Balda, sich unterwirft und bekehrt, wie endlich dessen Sohn Gisberto das Christenthum in Oberitalien behauptet. Es scheint das den ersten Theil dieser ganzen Fabel auszumachen, der bis in das dritte Buch der Reali reicht.

Sogleich hierauf nemlich werden wir in andere Länder geführt und andere Helden treten hervor.

Völker, welche, wie es hier heifst, Sonne und Mond anbeten, haben England erobert und die Herren daselbst vertilgt. Gegen sie erhebt sich Bovetto, der zwar auch jenem Geschlecht zugehört, aber aus einer Seitenlinie desselben stammt. So wie er gelandet ist, läfst er die Schiffe zurückgehn: ,,unsere Schwerter, unsere Lanzen", sagt er, ,,müssen uns jetzt statt der Schiffe und alle unsere Hoffnung sein": er erobert erst London, hierauf das übrige England, und stellt das Christenthum her. Dann erscheint Bovettos Enkel, Buovo d'Antona. Durch mannigfaltige Jugendabenteuer wird er in die Länder zwischen dem adriatischen und dem schwarzen Meer verschlagen: nachdem er sein verlorenes Erbe wieder erworben hat, gründet er ein christliches Fürstenhaus in Sinella am adriatischen Meer; dann sucht er den unrechtmäfsigen Beherrscher von Dalmatien und Slavonien in seiner Hauptstadt Astillaga auf, besiegt ihn, so wie die Croaten, die ihm zu Hülfe kommen, und nimmt alle drei Länder ein. Wie darauf Arbaul, König von Ungarn, — (der Arpade) — sich mit Türken, Russen und Albanesen vereinigt um Sinella zu erobern, wird dies zwar Anfangs hart bedrängt, auf die Letzt aber sterben die feindlichen Könige durch die Kinder Buovos; Ungarn wird erobert und zum grofsen Theil getauft: alle diese Länder gehorchen von dem an einem Geschlecht blutverwandter Könige. Es ist das, wie uns dünkt, ein zweiter Theil der Fabel: am Schlusse des fünften Buches wird er durch ein ausführliches Geschlechtsregister beschlossen.

Das sechste und letzte Buch der Reali scheint einen dritten Theil nicht sowohl zu enthalten als zu beginnen. Es erzählt die Geburt Carls des Grofsen, seine Flucht nach Spanien, die Thaten die er unter dem Namen Mainetto in Armuth, Dienstbarkeit und Tapferkeit am Hofe eines saracenischen Königs vollführte, seine Wiederkehr in sein Reich, die ersten Geschichten Orlandos bis zu dessen Zurückführung nach Frankreich. Dies sind jedoch alles Anfänge, die eine weitere Ausführung erwarten lassen. Wenn Carl seine Gemahlin in Spanien erwirbt, so sollte wie bei Fioravante, Buovo und anderen Helden dieses Gedichtes auch der nemliche Erfolg, die endliche Erwerbung des Landes der Gemahlin, zu erwarten sein. Das ganze christliche Abendland dient Carln: nur Gherardo da Fratta nicht, und das Buch sagt ausdrücklich, dafs Carl ihn unterwerfen wolle; man mufs vermuthen dafs dies in dem Fortgange des Werkes erzählt wurde. Carln gegenüber bildet sich ein grofses saracenisches Reich: Agolante, König bereits von Africa, dringt mit drei Heeren in Asien vor: das eine, nicht ohne Hülfe eines christlichen Helden, Milons von Anglante, erobert ihm Persien: mit dem zweiten besetzt sein Sohn Trojano türkische und armenische Länder, während sein anderer Sohn Almonte mit dem dritten über das Gebirg Taurus nach Indien dringt, fünf Könige Leib an Leib besiegt und Indien unterwirft. Nicht ohne Absicht kann dies geschildert sein: — es mufs zu einem Zusammentreffen beider Reiche führen, und der Autor sagt ausdrücklich, seine Erzählung werde ferner berichten, wie Agolante mit Almonte nach Italien gegangen. Endlich fordert auch der Anfang der Geschichte Orlandos einen Fortgang zu dessen Heldenthaten.

Eben hier aber bricht das Buch ab. Gerade der Theil fehlt, in welchem die berühmtesten dieser Sagen, von den Paladinen und der Eroberung Spaniens, behandelt sein, das Werk selbst durch seine Vollendung erst in sein volles Licht treten, auch gar manche Erläuterung der aus diesen Fabeln entsprungenen Gedichte zum Vorschein kommen müfste; ein Verlust selbst für die italienische Sprache von Bedeutung, wenn anders Quadrio die Reali nicht mit Unrecht zu den *Testi di lingua* rechnet und so viele Kenner sich nicht täuschen, die in ihnen die Reinheit und den treffenden Ausdruck der Schriftsteller des vierzehnten Jahrhunderts wahrzunehmen behaupten.

MANUSCRIPT DER REALI.

Glücklicher Weise können wir anzeigen dafs ein solcher Verlust nicht erlitten worden und dafs die folgenden Theile der Reali noch vorhanden sind.

In der Bibliothek Albani zu Rom findet sich ein Codex in Grofsfolio, von Francesco di Bartolommeo Cimatore in den Jahren 1508 und 1509 geschrieben, gegen 400 Blätter stark, welcher folgendergestalt anfängt: *Inchominciasi la honorata storia che chiamata Aspramonte, che fue dopo el libro chiamato el Mainetto che fue el sezo libro de reali di Francia si che seguendo l'Aspramonte, nel quale si trattera el passaggio che fece lo re Agholante prima nelle parti di Chalavria, onde ne segui la sua destruzione sechondo Turpino nel suo francioso libro.* So wie das sechste Buch der Reali den besondern Titel Mainetto hatte, so werden die hier folgenden unter den eigenen Namen Aspramonte und Spagna begriffen. Diese nehmen alle jene Fäden auf, die in dem letzten Buche der Reali abgerissen wurden, und führen die Erzählung bis zu entscheidenden Entwickelungen fort.

Es ist dies aber nicht etwa eine Fortsetzung aus späterer Zeit. Bis aufs kleinste in der Weise, in welcher im Mainetto die Erzählungen angefangen waren, werden sie im Aspramonte weiter ausgesponnen. Wie genau diese Bücher mit den früheren zusammenhangen, sehen wir aus einer Stelle des Morgante von Pulci [1]. Wo nemlich Pulci die Thaten des fabelhaften Carl von Lattanzio vortragen läfst, folgt er zuerst dem, was das letzte Buch der Reali von Carls Jugend, Flucht und Rückkehr meldet. Wenn Lattanzio dann ohne Unterbrechung von dem Angriff Agolantes auf Italien, dem Tode Almontes, den Geschichten Gherardos da Fratta, dem Zuge nach Spanien, den Kämpfen bei Lazzera, Stella und Pampelona, den Heldenthaten Orlandos im Orient bis zu seiner Rückkehr und der Eroberung von Pampelona erzählt, so sind das die Umrisse von dem, was unsere Bücher im Zusammenhang mit dem Mainetto ausführlich berichten. Für Luigi Pulci bildeten sie nur Ein Werk. Eben dies scheint auch aus der Betrachtung ihres Inhaltes hervorzugehn, den ich nach Anleitung der alten Handschrift hier nun zunächst kürzlich angeben mufs, — zumal da er an sich für die Geschichte der Vorstellungen des Mittelalters von vieler Wichtigkeit ist, und von so man-

---

[1] *Morg. Magg.* 27, 33.

chen berühmten Sagen und Gedichten, die sonst zerstreut erscheinen, den inneren Zusammenhang darlegt.

Das Buch Aspramonte schildert einen grofsen und zwar einen dreifachen Angriff der Saracenen auf die christlichen Länder, welcher folgenden Ursprung hat. Agolante, an dem Hofe zu Arganoro in Africa, wo ihm vierundvierzig gekrönte Könige den Eid geleistet haben und mehr als vierhundert Herzöge ernannt worden sind, wird in dem Genusse seines Glückes durch die Behauptung gestört, es gebe einen christlichen König, der zwar nicht so viele Baronen habe, aber ehrenwerthere, der im Ganzen noch herrlicher und trefflicher sei als er, Carl den Grofsen. Agolante beschliefst hierauf Carln mit Krieg zu überziehen. Indefs er sich rüstet, sendet er seinen Schreiber, Subrino, die christlichen Länder auszuspähen. Sechs Jahr und sechs Monat bringt dieser auf der Reise zu: er findet in der Christenheit freies, wohlbewaffnetes, kriegslustiges Volk; allein es ist in Entzweiung. Besonders der Zwist Carls mit Gherardo da Fratta erweckt ihm Hofnung zum Siege.

Nach prächtigen Turnieren brechen die Saracenen auf. Mit 700000 Mann und 32 gekrönten Königen gehn Agolante und Almonte wider Italien; Trojano dringt mit 12 Königen und 300000 Mann durch Spanien nach Frankreich vor; indefs steigt der König des noch saracenischen Portugal zu Schiff um England anzugreifen ([1]).

([1]) Der Gang der Erzählung erhellt aus folgenden Summarien der Capitel des ersten Buches:

Cap. 1. *Dicie derre Agholante che aveva presa grande signoria ed era molto amato da suo signiori e sottoposti di nuovo acquistati.*

Cap. 2. *Chome certi baroni lodando lo re Agholante molto per llo piu nobile signiore del mondo e uno buffone lodando Charlo magnio fue da altri buffoni battuto e fue liberato da Tramondess figlivolo derre Bramante cherre Charlo amazzo.*

Cap. 3. *Chome un altro buffone per invidia l' ando a dire questo caso a Trojano figlivolo maggiore derre Agholante el quale egli batte e chome si fuggi arre Agholante e conto tutto.*

Cap. 4. *Chome per le parole del buffone lo re Agholante giuro di disfare Charlo e chome Millone d'Angrante si parti sentendo questo per tornare in Francia.*

Cap. 5. *Chome lo re Agholante fece giurare tutti e suoi baroni d'essergli fedeli e disse per di qui a cinque anni mandero per voi, e baroni si partirono e chome mando uno suo segretario a spiare Roma e tutta Europa.*

Cap. 6. „*Disse Subrino: io sono stato a Roma e viddi papa Leone, figli di Bern. di Chiar.*

Zuerst wird der Angriff Agolantes und Almontes auf Risa, an der Meerenge von Sicilien, in dessen Hafen sie ihre Schiffe sichern wollen, geschildert. Die Stadt wird vornehmlich von Riccieri, dem tapfersten von den drei Söhnen des dortigen Königs, vertheidigt. Es geschieht dafs die ritterliche Tochter Agolantes, Ghaliziella, die oft in africanischen Turnieren Siegerin geblieben, wie sie Almonten vom Pferde geworfen sieht, sich auch in den Kampf begiebt: auch sie fällt; aber eben ihr Misgeschick mufs zur Eroberung der Stadt Anlafs geben. Indem ihr bei dem Fall der Helm aufgeht, verrathen ihre langen Haare ihr Geschlecht; Riccieri liebt sie und vermählt sich mit ihr: hierüber wird sein Bruder Beltram in so hohem Grade neidisch, dafs er Risa an die Saracenen verräth. Bemerken wir gleich hier, dafs sich

---

e passai per Toschana per Lombardia e andai in Ungheria e in Buemia e nella Magnia alta e nella bassa e vidi Baviera e Bramante e Virgiboris e Brandisborgis e Fiandria e Cholognia e llisola d'Inghilterra e Frigia bassa e Brettagna e Cisbischalia e Maghanza e lla Borgognia e Savoia e Proenza e poi m'andai a Francia ed a Parigi ed uno anno servi Charllo in chorte."

Cap. 7. *Chome Subrino fece parlamento a tutti i Baroni confortando gli delle imprese contro Xiani.*

Cap. 8. *Chome a queste feste vennono molti Signori facendo giostre nelle quali giostre giostro una figlivola d'Agholante sua ed era bastarda e avea nome Galiziella e assai scavalcho.*

Cap. 9. *Chome poi lo re Agholante per sua prodezza la doto di dua reami e chome ella promise ad Almonte di non tor marito se non e che l'abatteva.*

Cap. 10. *Chome lo re Ghalafrone venne ad Arghanoro addagholante per avere pace e perche nolla poteva avere, dono Durllindana a Ghaliziella e per quello ebbe la pace e torno in Ispagna.*

Cap. 11. *Chome lo re Agholante fece chomandamento che ogni uno dovesse entrare in mare e chosi Armonte venne a porre champo alla spiaggia di Chalauria e un indovino gli disse che piglirebbe tutta Europa.*

Cap. 12. *Chome lo re Almonte navichando si prese parte nell ultime parti d'Italia e achampossi a lla citta di Risa nel Faro di Messina.*

Cap. 13. *Chome Almonte s'armo e ando vagando a tutto il paese.*

Cap. 14. *Chome lo re Agholante volle vedere tutta la provincia e lle citta e veduta la citta di Risa ordino che quella per ogni modo si pigliasse.*

Cap. 15. *Chome lo re Almonte mando uno interprete a Risa a domandare che gli dessino la citta ella risposta che gli fu fatta dal signore di Risa.*

Cap. 17. *Chome Ricieri ordino le schiere per uscire fuori e quello che Beltramo avesse a fare.*

Cap. 18. *Chome Ricieri e frategli assalirono el campo.*

die Fabel desjenigen Ruggiero hieran knüpft welchen Bojardo und Ariosto besungen haben. Von Ghaliziella liefs man ihn und Marfisen geboren werden. Unser Autor versichert jedoch ausdrücklich, das Buch dem er folge, enthalte hievon nichts.

Mit dem Falle von Risa ist nun der Knoten geschürzt. Carl der Grofse, hierauf noch durch die ausdrückliche Aufforderung Agolantes ihm die Herrschaft von Europa abzutreten beschimpft, zieht ihm mit der Macht seines Reiches und seiner Verbündeten von England, Niederfriesland und Ungarn entgegen. Es ist eine allgemeine freiwillige Bewegung. Carl hätte die Söhne seiner Fürsten, Orlandino, Astolfo von England, Otto und Berlinghieri von Baiern, gern zu Hause gelassen; jedoch sie erschlagen ihre Wächter und kommen ihm nach. Auch Gherardo da Fratta sogar behauptet sich nicht in seiner Feindseligkeit. Einen Erzbischof der ihn mitzuziehen einladet, weist er zwar sehr schnöde ab; aber von seiner Gemahlin überredet, macht er sich zuletzt doch mit einem abgesonderten Heere auf den Weg um Carln beizustehn. So kommen sie nach Calabrien in das Gebirg Aspramonte. Sie treffen zuerst auf Almonte, welcher mit 100000 Mann das Land zu verwüsten ausgezogen war. Der Kampf ist zweifelhaft: schon hier fällt einer der vornehmsten christlichen Helden, Milon von Anglante; aber Gherardon gelingt es, die beisammenstehenden Fahnen der Saracenen zu erobern; die Christen schöpfen wieder Athem: während sie in hellen Waffen, von deren Glanze die Berge umher widerleuchten, gegen die Hügel auf welchen sich die Saracenen noch halten anrücken, flieht Almonte. Unmuthig über sein Mifsgeschick, nachdem er auch seine Gefährten verloren, kommt er bei der Quelle an, an welcher einst S. Silvester, als er nach Aspramonte floh, eine Fichte und einen Ölbaum gepflanzt hatte (¹). Hier erreicht ihn Carl, der ihm allein nachgesetzt, und sie beginnen den Zweikampf. Sie fallen und Almonte ist im Vortheil, als Orlando ankommt und den Saracenen erschlägt, der sonst ohne Zweifel den König getödtet haben würde. So ist Almonte vernichtet. Noch aber ist Agolante mit einer viel stärkern Macht übrig: seine Schiffe bedecken die Meerenge. Drei Heilige in weifsen Klei-

(¹) Zu der Flucht Silvesters nach Aspramonte finden sich in andern Sagen und Legenden Gegenstücke; z. B. flieht Papst Cornelius (dem Leben des h. Dalmatius zufolge) verfolgt von dem Kaiser in die Alpen, wo er auf einem hohen Berge Wohnung nimmt.

dern erscheinen, den Christen zu helfen: sie weihen Orlandon zum Ritter Christi und jeder begabt ihn mit einer Gnade. Man schlägt mehrere Tage: endlich ist es wieder Gherardo, der die Hauptfahne Agolantes niederwirft, sein Sohn Don Chiaro tödtet den grofsen Saracenenkönig. Hierauf stellt man die von den Feinden zerstörten Kirchen wieder her und verheirathet die Witwe Agolantes an den jungen König von Ungarn.

So ist wohl Italien und Rom errettet, aber indessen ist Trojano, zwar der Bruder Almontes, aber minder edel, „der sich aus seinen Göttern nichts macht, auf Vernunft nicht hört, wenig Wahrheit in seinem Munde, wenig Glück in seinen Sachen hat," durch die Provence bis nach Savoien vorgedrungen, und plündert die Herrschaften Gherardos. Eilend kehrt dieser zurück. Doch so wenig er anfangs Carln von dem Angriff benachrichtigt, so wenig will er ihn darnach zu Hülfe rufen. Er fürchtet, man werde ihn alsdann zwingen dem König zu huldigen. Dennoch ist er zu schwach den Feind zu verjagen; und Carl mufs doch endlich mit seinen Helden erscheinen, um ihn zu beschützen. In einem sehr sonderbaren Zweikampf, erst mit Don Chiaro, dann mit Orlando, endlich mit ihnen beiden wird Trojano erlegt: sein Heer zerstreut sich.

Indefs sind die Schiffe der Portugiesen, die nach England gingen, von ungünstigen Winden zurückgetrieben worden.

Das Gedicht zu vollenden, mufs nur noch eins beseitigt werden, das immer fortdauernde schlechte Verhältnifs Gherardos zu Carl. Obwohl Carl auf die Huldigung die er gefordert hat, wieder verzichtet, so kommt es doch zuletzt zwischen beiden zum Kriege. Gherardo geräth über die Unfälle die er erleidet, dergestalt in Wuth, dafs er das Crucifix zerbricht, ein Renegat wird, nach Spanien geht und mit der Hülfe Marsilios Königs von Saragossa zum Kriege wider Carl zurückkommt. Nun erst hat man volles Recht wider ihn: die Spanier werden geschlagen: schon hat Orlando den Don Chiaro, von ihm selber gezwungen, im Zweikampf erlegt; er besiegt auch den Enkel Gherardos, Uliviero; dieser wird endlich von seinen eigenen Kindern in einen Thurm gesperrt, wo er stirbt. Auch dies Haus erkennt Carln an; in der Christenheit ist Friede, und die Angriffe der Feinde sind abgeschlagen. Schon hat Orlando geschworen die Gemahlin die er in diesem Streit erworben, Alda la bella, Enkelin Gherardos, nicht zu berühren, bis er sie zur Königin von Spanien gekrönt habe: um ihn sammeln sich die zwölf Pa-

ladine: der Papst bestätigt sie ausdrücklich zur Nachahmung der zwölf Apostel. Wie es deren Amt gewesen zu predigen, so sollen die Paladine mit dem Schwert in der Hand den Glauben vertheidigen und mehren.

So kehrt das Gedicht endlich auch in diesem Theile zu seinem ursprünglichen Plane einer Darstellung der Ausbreitung des Christenthums durch Ritterthum und Waffenthaten zurück. Ein neues Buch, von den Thaten Carls, Spanien betitelt (1), beginnt, und diesmal in der That nach dem Vorgang der unter des Turpin Namen bekannten alten Schrift, mit einer Vision Carls, welchem der Apostel S. Jacob seine Verwunderung bezeigt, dafs er nachdem er so viele Gnaden erfahren, dennoch sich nicht rüste das Land Spanien, das ihm ohnehin zukomme, und sein des Apostels Haus zu erobern, damit der Weg für jeden Pilgrim frei werde. Dreimal hat Carl diese Vision: hierauf fängt er an mit einem Eifer Schätze zu sammeln, dafs er, der bisher für den freigebigsten, nunmehr für den geizigsten Menschen der Welt gehalten wird, bis er endlich seine Absicht eröffnet, und die Baronen auffordert sich zu rüsten.

Hierüber erschrickt vor allen König Marsilio von Spanien. Den anfragenden Gesandten desselben antwortet Carl, er sammle das Heer allen seinen und des christlichen Glaubens Feinden zu Tod und Verderben. Marsilio rüstet sich: seinen besten Helden, Ferrau, der, in erster Jugend gigantengrofs, mit vortrefflichen Waffen, jedem Gegner überlegen ist, schickt er nach Lazzera, wo die stärksten Pässe zu überwinden sind; den Serpentin nach Stella; den Mazarigi mit dem verständigen Iseres nach Pampelona. Das Buch schildert, wie das Heer Carls, bei 200000 Mann stark, einen dieser Orte nach dem andern nimmt. Vor Lazzera streitet Orlando mit Ferrau bald in den Waffen, bald über den christlichen Glauben, bald wetteifern sie in guten Sitten; die Christen selbst erkennen dafs Ferrau der stärkere ist, und hier ist der Zug dafs Ferrau den Orlando bereits forträgt, als dieser sich wieder ermannt, aus dem alten Turpin beibehalten; endlich gelingt es Orlando'n den Gegner zu durchbohren: man nimmt Lazzera, dringt dann zur weitern Eroberung von Spanien vor, und belagert Pampelona.

---

(1) *Inchommincia la nobilissima storia della Spagnia e prima secondo un libro francioso rechato in lingua latina e poi di latina in fiorentina, nella quale si trattera dello acquisto che fece Charllo ella morte di dodici paladini di Francia.*

Sollte aber dies Gedicht vollendet werden ohne dafs auch der Unternehmungen im Orient und Jerusalems gedacht würde? Zu unvollständig wäre die Aufgabe gelöst.

Deshalb mufs geschehen dafs Orlando, indem er während jener Belagerung einstmals auszieht um eine benachbarte Stadt zu nehmen, in die man die Reichthümer des Landes geflüchtet hat, obwohl ihm dies gelingt und er die Stadt nicht allein bezwingt sondern auch bekehrt, dennoch Carls Unwillen erweckt, und bei seiner Rückkehr von dem Könige mit wilder Heftigkeit behandelt wird. Schon greift er nach dem Schwert um sich zu rächen; doch bedenkt er noch, Carl sei doch sein Fürst, und zieht es vor, das Lager allein zu verlassen. Unter mannigfaltigen Abenteuern gelangt er nach Persien, wo eben der Sultan, dessen Tochter den bejahrten König von Syrien und Arabien Machidante verschmäht hat, von diesem deshalb mit Krieg überzogen wird. Orlando, unter dem Namen Lionagi, steht dem Sultan bei; er besiegt den tapfersten Vasallen Machidantes im Zweikampf: er vertheidigt das Land, wie dieser König wiederkommt es zu erobern, und schlägt ihn völlig; alsdann sucht er ihn in seinem eigenen Reich auf. Ganz Syrien findet er bereits in Empörung. Er geht den Feind in Jerusalem zu belagern. Ich finde die weiteren Verwickelungen, durch welche diese Belagerung mit Pampelona in Verbindung gesetzt wird — denn Carl vermifst Orlando und sendet nach ihm — sehr wohl erfunden. Endlich nimmt man Jerusalem ein: Machidante wird erschlagen, und der Sultan, nunmehr Herr aller dieser Länder, macht den Vertrag mit Orlando, dafs Jerusalem und Bethlehem den Christen gehören und unter der Botmäfsigkeit König Carls stehn sollen.

Nach so wohl vollbrachten Thaten kehrt Orlando vor Pampelona zurück. Durch seine Tapferkeit und die Geschicklichkeit der Lombarden, die König Desiderius von Pavia herbeigeführt hat, wird es erobert. Iseres läfst sich taufen, ganz Pampelona wird getauft: nachdem Stella erobert ist, ziehen diejenigen ab welche nicht Christen werden wollen; aber die meisten werden es; Marsilio weifs keinen Rath mehr als sich zu beugen: sein Botschafter bittet Carln um Frieden und um Verzeihung.

Unerwartet aber bekommt er doch noch einmal Hülfe.

Neben alle den Heldenthaten zieht sich durch dies ganze Werk, ohne Zweifel in dem Gefühle der steten Entzweiungen der Christenheit erfunden,

die Sage von dem verrätherischen Haus von Maganza. Als Fiovo Paris eroberte, blieb aus dem alten Stamme französischer Könige, die von Troja herkamen, eine Tochter übrig und er vermählte sie einem Waffengefährten. Sofort wider ihn dachten sie auf Verrath: Fiovo mufste den alten Genossen tödten: sie aber entfernte er nur: an dem Jura gründete sie Schlofs und Haus Maganza. An den Verräthereien, die in den Reali vorkommen, hat nun dies Geschlecht fast immer Antheil. Die Unglücksfälle, die Buovos Jugend bezeichneten, kamen von ihnen her; bei der Flucht Carls hatten sie die Hand im Spiel; dafs Gherardo Krieg wider Carl anfing, war wenn nicht ihr Werk, doch ihre Schuld. Jetzt aber wird die Reihe dieser Verbrechen durch das gröfste vollendet. Gan von Maganza, obwohl Carls Eidam, unternimmt doch, einer Beleidigung halber die er von Olivier erfahren, seinen Fürsten an Marsilio zu verrathen. Um den Schlufs her sammelt dies Gedicht alle seine Fäden.

Sowohl Berathen als Vollbringen des Verrathes, das Unglück von Roncisvall, wo Orlando den Tribut Marsilios erwartet und mit drei Heeren von ihm angegriffen wird, und den Tod der Paladine schildert es mit anschaulicher Ausführlichkeit.

Auch ein so grofses Unglück jedoch kann die Eroberung von Spanien nicht hindern. Carl rächt die in Roncisvall Gefallenen. Er nimmt Saragossa ein, und alles Land das dem Marsilio gehört macht er christlich: einen seiner Helden läfst er daselbst als König. Schon ist Gan bestraft. Das Buch berichtet noch die traurige Rückkehr und den rührenden Tod der Alda bei den Leichen ihres Gemahles Orlando und ihres Bruders Olivier. Carl geht nach Rom um für Orlando Seelenmessen anzuordnen. Auf der Hinreise gründet er Florenz, das „*Totila flagellum Dei*" zerstört hatte: auf der Rückreise läfst er bei dem Hafen Malamocco, wo derselbe eine andere Stadt zerstört hatte, Venedig aufrichten.

So schliefst dieses Werk: gewifs eine der eigenthümlichsten und denkwürdigsten Hervorbringungen die aus dem Mittelalter übrig sind. Man hat bemerkt dafs die Sage sich am liebsten mit der Genealogie eines berühmten Geschlechtes in Verbindung entwickele. Die unsere hält sich an einen Stamm der allerdings einmal als der erste von Europa angesehen werden konnte. Die Reali können nicht gedichtet sein als das deutsche Kaiserthum in Italien und über Europa mächtig war: die Poesie würde dann die oberste Macht

nicht so unbedingt in die Hände eines undeutschen Geschlechtes gelegt haben. Damals aber als französische Prinzen in Neapel regierten und eine vorherrschende Gewalt in Florenz und Rom, selbst in der Lombardei ausübten, damals als Könige aus diesem Hause Ungarn und seine Nebenländer beherrschten, als der Einflufs desselben durch die Macht des Hauses Luxemburg in Deutschland, durch die Verhältnisse der Blutsfreundschaft in England und Spanien mächtig, der Papst selbst ihm zu Diensten war, im vierzehnten Jahrhundert ([1]), auf welche Zeit Sprache, Ansichten, Geographie dieses Buches weisen, damals konnte auch ein Poet diesem Geschlechte, das in der That so mächtig war, eine erbliche höchste Gewalt zuschreiben, und von dem was er sah ausgehend, sich die Entwickelung von Europa auf die sonderbare Art zusammensetzen wie hier geschehen ist. Sobald die Historie vergessen ist, ja so lange wir sie noch nicht mit dem erkennenden Geist durchdrungen haben, wird man sie sich immer poetisch oder philosophisch zu ergänzen versuchen. Unser Poet behält einige grofse historische Namen, jedoch knüpft er Constantin wie Carl den Grofsen an das Geschlecht das er nun einmal im Besitze der Macht sieht. Wie Ritterthum und Frömmigkeit, so fallen ihm Ausbreitung einer höchsten Gewalt und des Christenthums zusammen. Sonderbare Metamorphose die mit dem Evangelium vorgegangen! Der Annahme des Glaubens wird das Geschenk einer unbesiegbaren Fahne hinzugefügt: unter den wundersamsten Abenteuern werden Italiener, Franzosen und Deutsche, ungarische und slavische Völker, die Engländer zum zweiten Mal, endlich auch die Spanier zum Christenthum gebracht: es wird gleichsam der Umkreis durchgegangen welchen damals die Nazionen des lateinischen Bekenntnisses, wenn nicht alle, doch diejenigen wenigstens, auf die Frankreich Einflufs hatte, ausmachten. Jerusalem, wovon wenigstens der Titel in der Christenheit geblieben, wird nicht vergessen. Dadurch dafs dem Christenthum gegenüber ein mit dem Heidenthum ohne weiteren Unterschied vermischter Mahumetanismus ge-

---

([1]) In der Sammlung der Königin Christina, einem Theil der vaticanischen Bibliothek, findet sich der Roman von Buovo in sehr eintönigen altfranzösischen Reimen. Es ist Nr. 1632. Er schliefst: *Ci finist le roman de Buevo de Hanton*; und diesen Worten ist von anderer Hand hinzugefügt: „*qui fut fait le* 10*me jour de mars mil trois cens et quatre.*" Auch dies Datum, von dem ich indefs dahin gestellt sein lasse in wiefern es einiges authentische Ansehen hat, würde auf den ersten Anfang des vierzehnten Jahrhunderts hinweisen. Der Codex ist unvollständig, die Fabel weicht von der italienischen bedeutend ab.

dacht wird, dem alle diese Länder eins nach dem andern abgenommen werden, erhält der Plan Einheit. Der Kampf wächst mit der Gröfse des Gegenstandes an Interesse. Wenn man bemerkt hat, dafs das Epos einen glücklichen Ausgang fordere und doch ein grofser Eindruck nur durch die Darstellung grofser Unfälle zu erreichen ist, so ist auch hier beides vereinigt. Man siegt, aber unersetzlich ist der Verlust den man dabei erlitten hat [1].

Nach allen Seiten hin könnte dies Werk zu historischer Betrachtung Anlafs geben. Es wäre zu erörtern, aus welchen Quellen es erwuchs, in welchem Verhältnifs es zu den Helden- und Rittersagen andern Stoffes steht, welchen Antheil die verschiedenen Nazionen an seiner Ausbildung hatten.

---

[1] Ich kann indefs nicht verbergen, dafs es doch möglich wäre, dafs dies Werk wenigstens in seiner spätern Ausbildung noch einen andern Theil gehabt hätte. Ein florentinischer Poet, unter dem Namen Altissimo bekannt, unternahm, die ganzen *Reali di Francia* in Ottaven zu bringen. Er hat davon das erste Buch in 98 Gesängen vollendet, und in dem Eingange zu demselben den Umkreis der Fabel, die er behandeln wolle, beschrieben. Er nennt die Sagen von Constantin, Fiovo und seinen Söhnen, von Buovo und Mainetto; alles was die gedruckten Reali enthalten: ohne Unterbrechung läfst er die Kriege Agolantes in Aspramonte, die Vertheidigung der Kirche die Carl wider ihn übernahm, den Tod Almontes an jenem Brunnen und die Überwindung Gherardos da Fratta folgen. Hier aber weicht er ab. Er will alsdann die Sage von den Haimonskindern, darnach erst Spanien besingen; endlich will er die Erzählungen von dem Sohne Carls und den Nerbonesen, dem tapfern Tibald, den Schlachten und dem Ruin der Reiche hinzufügen.

Wie es möglich war die Sage von den Haimonskindern in diesen Kreis zu verflechten, da sie doch auf eine sehr abweichende Vorstellung von dem Hofe Carls gegründet ist, während die Spagna sich genau an Aspramonte anschliefst, ohne Rinaldos auch nur zu gedenken, kann ich bei der Manier dieses nichts als die vorliegende Prosa in Ottaven wiedergebenden Poeten nicht recht begreifen. Das dagegen ist gewifs, dafs der Spagna schon früh noch andere Fortsetzungen folgten. In obgedachtem Codex der Bibliothek Albani selbst findet sich eine solche. Sie ist zwar ohne Titel; doch ergiebt sich bald, dafs sie „*la seconda Spagna*" hiefs: sie stellt den Kampf des von Carln in Spanien znrückgelassenen Königs wider Marsilio, der nur geflohen, nicht getödtet war, vor: sie enthält Abenteuer, von denen ausdrücklich gesagt wird, der Ruin grofser Reiche sei von ihnen hergekommen, und am Ende wird noch eine Fortsetzung unter dem Titel Nervonesi angekündigt. Diese findet sich nicht, und ich kann nicht beurtheilen was sie enthalten haben mag. Nur sind schon in der *seconda Spagna* grofse Abweichungen von den früheren Theilen dieses Werkes zu bemerken. Agolante, dessen Unternehmung und Tod einen so wesentlichen Punct der früheren Erzählung bilden, erscheint darin wiederum im Leben. Es kommen schlüpfrige Stellen vor, von denen die vorhergegangenen Bücher frei sind. Die zweite Spagna wird ausdrücklich als eine von einem gewissen Terroso verfafste Übersetzung aus dem Französischen bezeichnet; die erste war nur durch gar manche Vermittelung aus dem Französischen abgeleitet.

Wohl mag es ursprünglich ein nordfranzösisches Erzeugnifs sein ([1]). Der italienische Bearbeiter, der mit allem Ernst der Historie verfährt, der z. B. wenn der Fall von Risa auf den 15 März 733 gesetzt wird, aus seiner Kunde der Zeitrechnung anführt was sich dagegen erinnern lasse, erwähnt oft den französischen Turpin, und vergleicht ihn, etwa in der Spagna, mit dem in Reimen unter des nemlichen Turpins Namen vorhandenen Werke: er führt schon im Aspramonte die abweichenden Angaben burgundischer und französischer Bücher über den Tod Trojanos an: als ein Erfinder will er nicht gelten ([2]). Wie jedoch schon die Originalität des Ausdrucks eine durchgreifende italienische Bearbeitung verräth, so sollte man eine solche aus gar manchem einzelnen Zug schliefsen dürfen. Wenn z. B. die Lombarden die Desiderius nach Pampelona führt mit ihren Hacken und Spaten anfangs verlacht, aber darauf von dem ganzen Heer als die geschicktesten Menschen die es gebe, die in einem Monat mehr zu schaffen wissen als die Übrigen insgesammt in Jahren, anerkannt, wenn sie nachdem Pampelona hauptsächlich durch ihre Maschinen gefallen, mit dem Privilegium begnadigt werden dafs unter ihnen nie ein König sein, jeder Italiener aber das Recht haben solle, vor den Königen in Waffen zu erscheinen, so kann so viel Auszeichnung wohl nur italienischer Erfindung beigemessen werden. Auf jeden Fall war dies Werk in Italien aufserordentlich verbreitet. Der gedruckte Theil wird noch bis auf den heutigen Tag als ein Volksbuch gekauft. Die Gedichte Aspramonte und Spagna, welche allerdings von der ursprünglichen Erfindung der in Prosa mitgetheilten Sage nicht wenig abweichen, indefs doch im Ganzen auf dem nemlichen Grunde der Fabel beruhen, haben sich

---

([1]) Ich gebe absichtlich auf diese Untersuchung, zu der sich jetzt so viel neuer Stoff gesammelt hat, nicht tiefer ein, da sie nach einer andern Seite hin, rückwärts in das Mittelalter und nach Frankreich führen würde, während mein Ziel diesseit in der neuern Zeit und in Italien liegt.

([2]) In der Mitte des dreizehnten Jahrhunderts wurden Dinge wie sie die Reali enthalten, für Wahrheit genommen. Die Ritter und Herren von Frankreich hielten im Jahr 1248 dem Papst in einem berühmten Manifest vor, dafs Carl der Grofse und andere Helden Frankreich vom heidnischen Irrthum zum katholischen Glauben gebracht: — *clericorum superstitio, non attendens quod bellis et quorundam sanguine sub Carolo magno et aliis regnum Franciae de errore gentilium ad fidem catholicam sit conversum etc.* (*Matth. Paris Historia Anglic. ed. Wats.* p. 719) — es ist diese Sinnesweise, gibellinisch, für den Adel, in der unser Werk geschrieben ward.

Mit Einem Wort, das Gedicht Pulcis drückt den Zustand jener Tage aus. Noch waren die Ideen des ritterlichen Christenthums nicht aus den Gemüthern verschwunden; aber sie beherrschten dieselben doch auch nicht mehr so ausschliefslich wie früher. Schon waren entgegengesetzte Richtungen emporgekommen, die den alten Kreis der Gedanken wie im Leben so in der Poesie auf allen Seiten durchbrachen.

Einer der wichtigsten Momente liegt in dem erneuten Studium des classischen Alterthums, und es ist sehr bemerkenswerth wie Pulci sich dazu verhält.

Die Erinnerungen aus dem Alterthum erscheinen zuweilen ein wenig zaghaft: „ich weifs nicht" sagt er „ob du von Nessus gehört hast"; — „wer war doch Der welcher der Eurydice nachfolgte?" oft aber sehr speciel. Auf dem Zelte der Luciana sieht man die Ceres nach der Proserpina suchen; der Pyramiden, der Zwölffürsten und des Mycerinus, des Sees des Moeris, des Triumphes den Camillus hielt, gedenkt Pulci: er bemerkt wie Pericles die Athenienser in Trauer gekleidet habe, er führt sogar an was Thraso irgendwo dem Gnatho sage. In der That aber thut er dies nur wie es ihm die Laune und der Zufall der Erinnerung eingibt. Er ist voll auch von allerlei anderer Gelehrsamkeit: er begnügt sich nicht, Ausdrücke des Dante zu wiederholen oder den Petrarca namentlich anzuführen; er commentirt Stellen der Bibel und citirt den Origenes. Auf seine Form hatten die Alten, so viel ich urtheilen kann, keinen wesentlichen Einflufs. Turpin gilt ihm in dieser Hinsicht so viel wie Horaz. Die Anmuthung dafs er den Alten beizukommen strebe, wie so viele seiner Freunde sich befleifsigten, wehrt er ausdrücklich ab. „Ich fordere keinen Lorbeerzweig wie Griechen und Römer: es werden Andere kommen, mit anderem Styl, besserer Zitter, vorzüglichere Meister: ich halte mich in dem Gehölz bei den Buchen auf, bei dem Landvolk: die Hülfe des Parnafs habe ich nie begehrt." (1) Alle seine antiken Studien helfen ihm nur dazu, in das einfache Gewebe das ihm die Sage darbot, neue bunte Fäden einzuschlagen.

---

(1) *Infino a qui l'ajuto del Parnaso*
Non ho chiesto nè chieggo: — —
Io mi starò tra faggi e tra bifulci,
Che non disprezzin le muse di Pulci.

Oft verräth er eine natürliche Neigung zu Gewirr und Getümmel. Wo er die Pracht des Thierreiches schildern will, stellt er mehr das Geflatter und Gezappel einer Menagerie vor: mit ermüdender Weitläuftigkeit beschreibt er Fische und Vögel vor Lucianens Zelt. So bedient er sich selbst der Fabeln des Alterthums. Die Beispiele glücklicher und unglücklicher Liebe häuft er in sieben Strophen zusammen, nur um zu sagen, sie würden nicht Statt gefunden haben wenn Antea in jenem Jahrhundert gelebt hätte. Nur allzusehr gefällt er sich in dem Gemeinen und Widerwärtigen. Er kann nicht fertig werden den Margutte seine Ruchlosigkeiten aufzählen zu lassen; mit einer Art von Wohlgefallen mahlt er aus, wie Astolfo zum Galgen geschleppt wird.

Die gewohnten oder natürlichen Regeln der Composition vernachlässigt er dergestalt, dafs er den 16ten Gesang mitten in einer Rede Rinaldos mit den Worten „Walter, ich nehme dich zu meinem guten Bruder an" abbricht, sein Schlufswort und das Anfangsgebet des 17ten Gesanges einschiebt, und alsdann fortfährt: „Wisse, ich bin derjenige —". Selbst wo er ernsthaft ist, beliebt es ihm zuweilen die Verse ganzer Strophen immer mit denselben Worten anzufangen. Einmal fängt er in drei Strophen hintereinander in der ersten jeden Vers mit *Odi Rinaldo*, in der zweiten mit *Parti chel tempo*, in der dritten mit *A questo modo* an. Er scherzt selber mit seiner Arbeit. Der Reim ist oft gezwungen: die Sprache voll Härten. Von dem, was man Vollendung oder Correctheit der Form nennt, hat Pulci keine Ahndung, weder eine bewufste noch eine unbewufste.

Und dennoch ist er ein Dichter von entschiedenem Talent. Nehmen wir uns nur einmal die Mühe, an irgend einer Stelle den Stoff der ihm vorlag, mit seiner Arbeit zu vergleichen.

Wir bemerkten z. B. dafs er den Roman Spagna, in dem wir den letz- Theil der Reali erkennen, in dem ganzen Endabschnitt seines Werkes vor Augen hatte: auch dort wo die grofse Verrätherei Gans ins Werk gesetzt wird, folgt er diesem Roman Schritt vor Schritt nach. Gan läfst bei Pulci wie in der Handschrift seine Gesinnung den Saracenen merken der ihn nach Saragossa begleitet, und dieser thut davon hier wie dort dem Marsilio Meldung. Beide beschreiben wie dem Gan hierauf aufserordentliche Ehre wiederfahren sei: sie theilen die Rede die er öffentlich gehalten habe um Frieden zwischen Marsilio und Carl zu schliefsen, und seine geheimen

Bedenken mit: sie verlegen beide den Abschlufs in den Garten Marsilios an eine schöne Quelle, und gedenken des Ungewitters das den Zorn des Himmels hierüber angezeigt habe. Indem sie aber durchaus übereinzustimmen scheinen, treten doch die bedeutendsten Abweichungen hervor.

In dem Roman entdeckt Gan seinem Begleiter den Verrath den er vorhat, zwar nach und nach und in langsam reifendem Gespräch, aber er entdeckt ihn und sie werden eines Anschlages einig. Pulci wollte das Interesse nicht so von vorn herein wegnehmen. Bei ihm sagt Gan wenige Worte, aber voll Bedeutung: der Begleiter ahnet, aber er weifs nicht: Marsilio hofft, aber er bleibt ungewifs: man widmet der Rede Gan's, die aus der wilden und etwas linkischen Drohung welche die Prosa enthält zu einem sehr vernünftigen und geschickten Vortrag gemildert wird, denn was könnte es helfen den Verräther auch nur in einer erheuchelten Leidenschaft zu zeigen? erwartende Aufmerksamkeit; erst in dem Garten an den Brunnen — eine Scene, die, so wohl erfunden sie ist, doch in dem Roman keine Wirkung macht, weil man da nur dasjenige bestätigen sieht was voraus beschlossen war — kommt Marsilio bei Pulci mit wohlabgemessener Rede dem Verräther bei: der Zug dafs der pfiffige Gan hiebei in das Wasser sieht um an den Mienen Marsilios, die sich da spiegeln, zu beobachten ob er es ernstlich meint, gehört dem Florentiner an; auf diese Stelle sammelt er sein Interesse: hier läfst er den entscheidenden Anschlag fassen. Der Roman ist allenthalben langweiliger und weitläufiger: das Gedicht geht rasch auf das Ziel los, sammelt die Entscheidung auf Einen Punct, und ist dramatisch. Den Streit zwischen Pflicht, Furcht und Rachsucht in Gan, den der Roman mit Liebe ausmahlt, vermindert Pulci zu einer leicht überwundenen Anwandelung von Zweifeln: sein Verräther ist geheimnifsvoller und entschlossener und mithin ein besserer Verräther.

Wie sehr bleibt hier Sostegno de Zenobi, der die Spagna ebenfalls zu Grunde legte, hinter Pulci zurück. Ohne alle weitere Umstände läfst er Gan mit seinem Begleiter des verrätherischen Anschlages übereinkommen: er kürzt alles ab: und nur die Schmähungen jener ungehörigen, in dem Roman allein durch das Herkommen zu entschuldigenden Rede führt er mit Behagen aus. Er will seinem schlechten Publicum gefallen; dem Stoff seine innere Bedeutung abzugewinnen ist er weit entfernt. Pulci aber beherrscht diesen Stoff meisterlich und verknüpft die Fäden der Erzählung zur Einheit.

Er thut dies aber nur in den einzelnen Abschnitten seines Gedichtes, nicht im Ganzen. Er hat das den Italienern so besonders eigenthümliche Talent der Novelle, der leichten Erzählung, worin sie, wie mich dünkt, eben so unvergleichlich sind wie die Franzosen in den Memoiren. In der Zusammensetzung des Ganzen dagegen kann ich keinen durchbildenden Geist entdecken: diese ist vielmehr höchst sonderbar. So viele ritterliche und verliebte Abenteuer, Grofsthaten und Verräthereien, langdauernde Zweikämpfe und rasche Bekehrungen, tiefsinnige Betrachtungen und abgeschmackte Schnurren, Lobgesänge und anstöfsige Reden, sinnige, schöne Sprüche (1) und schlechte Florentiner Späfse, alles durch einander. Ja der Autor gefällt sich darin das Entgegengesetzte unmittelbar zusammenzustellen, die schönsten Scenen mit dem Wildgrotesken abwechseln zu lassen.

Auf die innige und glücklich ausgeführte Erkennung zwischen Roland und Rinald folgt die burleske Beschreibung wie Morgante zwei Helden mit dem Zelt worin sie sich befinden zusammenpackt, sie auf die eine Schulter nimmt, und den Glockenklöpfel in der andern Hand sich Weg durch das Heer bahnt; und hieran wieder schliefst sich der Kampf Medianas mit Manfredon, wo sie, bisher wild und kriegerisch, von der Liebe, die sie nicht erwiedert, dennoch gerührt wird, den Manfredon, der den Tod sucht, nicht tödten mag, sondern ihn zu freiwilligem Rückzug bewegt und ihm einen Edelstein zum Geschenk gibt: eine wohlerfundene und gelungene Scene.

Pulci schildert, wie Morgante in der Schlacht Köpfe, Arme, Schultern und Hände um sich her fliegen macht: immer steht und hämmert und die Saracenen wie Hunde erschlägt: wie er die Fliege verscheucht, aber die Wange mitnimmt: den Schmutz wegschafft, aber zugleich das woran er sich befindet: diese wilden und widerlichen Beschreibungen, die ich nicht weiter wiederholen mag, wechseln unmittelbar mit dem zärtlichen Abschied ab den die Übriggebliebenen von den Getödteten nehmen, wie da Mancher seinem

---

(1) Z. B. *Benchè a molti huom serve senza frutto,*
Per mille ingrati un sol ristora il tutto.

Gentile alma volentier perdona.

Commetti al savio e lascia far a lui.

E disse: Iddio non si potè guardare
Di traditori, però chi può guardarsi?

Sohn, seinem Schwager den Helm auflöst, ihn mit herzlicher Rührung küſst und ohne ihn nach Haus zurückkehren zu müssen beklagt. Beides ist mit gleicher Liebe ausgemahlt. Es stöſst um so greller an einander, da die Darstellung Pulcis, ganz naiv, sinnlich, handgreiflich wie sie ist, sich eng an die Gegenstände anschlieſst und sie ohne alle Vermittlung der Reflexion in scharfen Umrissen heraushebt.

In den letzten Büchern seines Gedichtes, wo sich ihm, wie er treffend sagt, die Comödie die er schreiben wollte, unter der Hand in eine Tragödie verwandelt, läſst er zwar von seinen bizarren Phantasien nicht ganz ab: nachdem z. B. der Erzbischof Turpin dem Volke seine Sünden vergeben, worauf Einer den Andern umarmt und sie der Fahne zum Tode folgen, läſst er ihn selbst die Waffen ergreifen und „springen wie ein Bock"; allein im Ganzen erhebt sich seine Muse: die Ankunft Rinalds in der Schlacht, der Tod Balduins, der, um jeden Verdacht zu vernichten als habe er an dem Verrathe Gan's seines Vaters Antheil, die Waffen die ihn schützen selber wegwirft, und sich in das offene Verderben stürzt, das Ende Oliviers und die letzten Momente Orlandos gehören zu den schönsten Stellen die jemals gedichtet worden sind.

Dies Werk hat demnach eben so wenig Einheit der Stimmung, der Gesinnung oder des Eindrucks, als der Handlung. Es ist etwas Wildes und Chaotisches darin. Die Elemente die in dem Zeitalter kämpfend liegen, sind in all ihren Gegensätzen auch in dem Gedichte vorhanden. Pulci ist einer der genialsten, geistreichsten Menschen die jemals Verse gemacht haben, obwohl sein Werk von aller Vollendung weit entfernt ist.

MATTEO MARIA BOJARDO.

Vielleicht war auch Florenz mehr der Ort eine bürgerliche Geschichte als ein Rittergedicht zu Stande zu bringen. Man hat sich zwar dort viel damit beschäftigt. Luca, wie Luigi Pulci, jener Cristofano der sich Altissimo nannte, der schon erwähnte Sostegno di Zenobi, Ettore di Lionello di Francesco Baldovinetti, dessen *Rinaldo appassionato* 1528 gedruckt ward, waren Florentiner, und gar mancher Andere, dessen Werke uns anonym überliefert worden, mag diesem Vaterlande der Litteratur angehört haben. Mit den Erfolgen der Ferraresen in dieser Gattung kann sich jedoch Florenz nicht messen.

In Ferrara, an dem ritterlichen Hofe Ercoles I, der mit Neapel und Mailand und durch diese mit allem was es in Europa Glänzendes gab, in Verbindung stand, war Graf Matteo Maria Bojardo einer der ausgezeichnetsten Männer. Sein Geschlecht war dem Haus Este immer sehr ergeben gewesen: einer seiner Ahnherrn z. B. hatte sein Schlofs Rubiera, weil es zur Eroberung von Reggio nöthig war, diesen Fürsten überlassen. Matteo selbst war Governator von Reggio: er führte seinem Herrn die Gemahlin, Eleonore von Aragon, in allem Luxus jener Zeit, mit einem Gefolge von 1500 Personen zu. Der Herzog nennt ihn seinen sehr getreuen und sehr geliebten Cameraden (¹). Nun war aber auch in dem ritterlichsten Adel des damaligen Italiens ein der Richtung des Jahrhunderts auf Studien, Poesie und Kunst zugewandtes litterarisches Bestreben. Für eben diesen seinen Herrn übersetzte Graf Matteo den Herodot und die Kaiserchronik des Ricobaldo von Ferrara (²) ins Italienische. Zu dem Ergötzen des Hofes dichtete er — er sagt es selbst — das Werk von dem wir hier zu reden haben, den *Orlando innamorato.*

In diesem Werke wich Bojardo von der ursprünglichen Rolandssage auf der einen Seite mehr, auf der andern weniger ab als Pulci. Weniger: indem er die Vertheidigung der Christenheit gegen einen grofsen Angriff, der überdies, da er zur Rache Trojanos welchen Orlando tödtete unternommen wird, mit der alten Sage zusammenhängt, zu schildern unternahm: hiedurch bekam sein Gedicht eine dieser Sage entsprechende Haltung. Mehr aber, indem er den Sinn der Fabel durch Hinzufügung neuer Bestandtheile wesentlich veränderte.

Als die Buchdruckerkunst erfunden war, gingen den alten Autoren zur Seite auch die romantischen Bücher aus den Pressen hervor: auch sie gaben dem Zeitalter eine frische Anregung: die Erzählungen von Artus und der Tafelrunde, welche zu Paris gedruckt wurden, fanden ein ausgebreitetes Publicum (³), und auch Bojardo ward von ihnen ergriffen. Man hat zuwei-

(¹) *Consocium nostrum fidelissimum et dilectissimum.*

(²) Ein Buch, wie Bojardo sagt, *ripieno di magnanimi gesti.* Bei Barotti: *degli illustri Ferraresi* I, p. 59 findet man unter andern einen Beweis, dafs Bojardo die Chronik nicht verfälscht habe, wie Muratori ihm vorgeworfen.

(³) Z. B. findet sich in einem Memorienbuch unsers Maximilian: „Item der Kunig sol

len vermuthet, er habe die Feerie seines Gedichtes aus orientalischen Quellen, vielleicht aus Tausend und Einer Nacht entlehnt, vielleicht arabisch gekonnt, und was dem mehr ist. Diejenigen Phantasien wenigstens bei deren Erwähnung man dies vermuthet hat, von dem Garten der Morgana, dem Kampfe mit dem Drachen vor dem Eintritt in denselben, der Befreiung der festgehaltenen Ritter — wie sie sich ähnlich in Alcine und Armide wiederholen — sind aus *Lancelot du Lac* genommen, und Orlando spielt nur die Rolle des Lancelot. Wenn demnach Bojardo schon hier die Romane von der Tafelrunde benutzte, so war doch seine Intention noch gröfser und allgemeiner. Hören wir ihn selbst, um den Gang seiner poetischen Betrachtung zu bemerken. „Sehr berühmt", sagt er, „war der Hof des Artus: in vielen Schlachten zeigten die Ritter ihre Tapferkeit, und mit ihren Damen gingen sie auf Abenteuer: ihr Ruhm dauert noch. Dann hielt König Carl in Frankreich grofsen Hof; doch kam dieser dem ersten nicht gleich, ob er wohl stark und tapfer war, Roland und Rinald besafs: denn er hielt der Liebe das Thor verschlossen und widmete sich allein den heiligen Schlachten." Er zeigt sich begeistert so oft er der Sagen der Tafelrunde gedenkt. „Wer ist", ruft er einmal aus, „der wenn er von Tristan und seiner Dame hört, nicht sie zu lieben bewogen wird? Ihr Ende glücklich: Gesicht an Gesicht, Hand in Hand, das Herz eng an dem Herzen, in so schöner Vereinigung blieben sie in Einem Augenblicke todt." Er ist entzückt über die Seelenstärke die Lancelot und seine Königin für einander zeigten. Bojardo fand nun, dafs jedem dieser Fabelkreise etwas mangele: dem einen der grofse und unmittelbar wirksame Gegenstand, dem andern die Bewegung wo nicht der Liebe, doch der Courtoisie. So entsprang in ihm die Idee, die Eigenthümlichkeiten beider mit einander zu vereinigen. Er behielt die Paladine und die Natur ihrer Kämpfe im Grofsen bei, aber ihren Waffen fügte er das andere Element hinzu. Dies ist der Grund weshalb er die von Turpin, wie er scherzhaft sagt, verborgen gehaltene Geschichte von dem verliebten Roland zum Vorschein brachte. Er sagt es ganz ausdrücklich. In jener Stelle, wo

---

suchen den Risen in Kunig Arthos Chroniken, der mit Kunig Arthos gefochten hat und aus Britani gewesen ist". In dem romanischen Europa breiteten sich besonders die Pariser Drucke von 1480 - 1520 aus. Es war die damalige französische Literatur der vornehmen ritterlichen Welt.

er Artus und Carls Hof vergleicht, schliefst er: „Liebe ist es die den Sieg verschafft und dem bewaffneten Ritter Kühnheit giebt; deshalb gefällt es mir die Geschichte die ich angefangen habe, von dem verliebten Roland, weiter zu erzählen." ([1])

Dergestalt entspringen ihm die Hauptbestandtheile seines Werkes: Waffen, Liebe und Zauberei. Zugleich sehen wir die beiden grofsen Fabeln desselben, von denen die eine die Gefahr Frankreichs, die andere die Person Orlandos angeht, in ihrem Entstehn.

Löst man sich das Gewebe dieses Gedichtes weiter auf, so ist unter andern auch antike Fabel, und zwar nicht, wie bei Pulci, in flüchtiger Anspielung sondern in eigentlicher Ausführung, zu unterscheiden. Bojardo, der den Herodot und Apulejus übersetzte, verräth schon in der Wahl dieser Autoren ein Wohlgefallen vornehmlich an der Mannigfaltigkeit vergnüglicher Erzählungen des Alterthums. Gar manches Wunder der Mythologie und fabelhaften Geschichte hat er nun auch in sein Gedicht verwebt. Es ist wohl sehr wahrscheinlich dafs der unsichtbar machende Ring der Angelica dem Ringe des Gyges seinen Ursprung verdankt. Wir finden eine Sphinx mit ihrem Räthsel: einen Polyphem, der denn auch eins von seinen Opfern schont: selbst in dem Namen der Circella erkennen wir die Circe, und die Geschichte des Narciss wird ausführlich wiederholt. — Vielleicht hat die Nachahmung des Alterthums auch an der grofsen Zusammensetzung dieses Werkes Antheil. Denn obgleich die Fabel von Ruggiero, dem Sohne Ruggieros von Risa und Ghaliziellas, die bereits der Bearbeiter des Aspramonte kannte, unfehlbar älter ist als Bojardo, so ist doch der Bezug dieses Helden auf das Haus Este, es sind die Weissagungen, die sich daran knüpfen, von eben diesem Geschlecht, welches alle Tapferkeit, Güte und gute Sitte bewahren, bei dem Liebe, Ruhm, Tugend und glücklicher Zustand blühen werde, ohne Zweifel ähnlichen Beziehungen der alten Sagen auf die neueste Zeit in den lateinischen Dichtern nachgebildet. Übrigens bildet die Erzählung von Ruggiero die dritte Hauptfabel des Werkes.

([1]) *Libro II, canto XVII.* Bezeichnend hiefür ist auch folgende Stelle (III, 5):

Però diversamente il mio verziero,
Di amore, di bataglia ho già piantato:
Piace la guerra a lo animo più fiero,
Lo amore al cuor gentile e delicato.

in schlechten Drucken wenigstens bis in das vorige Jahrhundert unter dem Volke erhalten. Das Gedicht Buovo wird noch immer gedruckt. Kaum glaublich ist es, welch eine Zahl romantischer aus diesem Stoff hervorgegangener Gedichte in der ersten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts in Italien verfaſst worden sind: sie sind jetzt verschollen, jedoch die Bibliographien sind ihrer Titel voll.

Der Sinn, in dem dies Werk verfaſst worden, ist durchaus ernst, ja streng. Die höchste Idee bleibt immer das Christenthum: zwar nichts als ein historisches Annehmen biblischer Geschichten, aber in sich selbst ein Verdienst: von einem parteiischen, jedoch zugleich dem wahren Gott beschützt. Wer es verwirft, ist eben darum der Vertilgung würdig. Wie man Balda erobert hat, werden alle die welche das Christenthum nicht annehmen wollen, von der Schärfe des Schwertes getroffen: es waren ihrer siebzig Tausend, meldet der Autor ohne Bedauern. Es ist bemerkenswerth, daſs hiebei der Papst nicht gerade ein Gegenstand groſser Verehrung ist. Bald ist er von der einen, bald seiner Verwandtschaft gemäſs auch von der andern Partei; und ausdrücklich wird bemerkt, daſs der Calif bei den Saracenen mehr Ehre genieſse als der Papst bei den Christen. Es ist schlechterdings eine Religion der Waffen und der Herren, die man bekennt. Das von Gott zur Ausbreitung derselben bestimmte Geschlecht wird verherrlicht, der Papst spielt nur eine untergeordnete Rolle.

Die Charactere sind einander sehr ähnlich. Fiovo, Fioravante, Buovo, Carl, Orlando sind in der That immer dieselbe Erscheinung, nur in verschiedenen Zeiten. Auch die untergeordneten Personen gleichen den vornehmern: nur etwa in dem verständigen Namo und in Astolfo treten abweichende Gestalten auf. Der Hauptunterschied liegt in dem Alter: die Väter sind streng und jähzornig, die Söhne widersetzlich und kühn.

Auch in den Ereignissen wiederholt sich gar vieles. Alle diese jungen Helden, Fiovo, Fioravante, Buovo, Carl, Orlando, werden von ihrem Vaterhaus verjagt; in der Fremde wachsen sie auf oder gelangen zu Ruhm [1]: mehr als einmal zeichnen sie sich bei der Vertheidigung belagerter Plätze aus: ihre Rückkehr, ihre Eroberungen sind einander sehr ähnlich. So wiederho-

---

[1] Wesentlich die nemliche Fabel ward von Constantin selbst erzählt.

len sich in dem Heldenbuche von Iran, bei Ferdusi, die Situationen in denen Rustan erscheint, wesentlich bei jedem neuen Ereignifs.

In den Reali ist nicht recht was wir sonst Ritterthum nennen. Selbst bei dem edelsten Helden, dem ersten Paladin, wird die Untreue als Vergeltung einer erlittenen gebilligt. Jene verwickelten Liebesabenteuer, welche in andern Fabelkreisen das eigentlich belebende Element sind, finden wir hier nicht. Die Liebe tritt ein, doch höchst einfach. Sie geht immer von der Frau aus: sie ist allemal eine Nachwirkung grofser Thaten: sie wird in der Regel mit aufserordentlicher Treue und Keuschheit gehalten. Anstöfsige, schlüpfrige Stellen finden sich nicht: sie würden dem Sinne dieses Werkes widersprechen.

Hie und da tritt das den übrigen romantischen Gedichten so eigen angehörige Element des Zaubers ein; jedoch ist es sehr selten, und wenn etwa die Mutter Fioravantes ihrem Sohn einen Talisman gegen schädliche Getränke gibt, so erörtert der Autor erst noch worin er bestanden haben möge. Er bestreitet ausdrücklich dafs Orlando und Ferrau durch Zauber vor Wunden geschützt worden: in seinem Buche findet er nur dafs sie höchst vortreffliche Waffen gehabt. Malagigi gehört der Haimonssage an und findet sich in diesem Werke nicht.

Aufser der religiösen Idee und jener einfachen Frauenliebe werden die Menschen in diesem Buche durch eine freiwillige Unterordnung unter den Herrn und König, dem sie unverbrüchlich ergeben sind, durch die Freundschaft des Mannes zum Mann, die in dem Verhältnifs des Danese zu Carl, des Sansonetto zu Orlando auf eine sehr schöne Weise hervortritt, und jene unsichtbaren Bande welche die Familie auch getrennt verknüpfen, in eine geistige Bewegung gesetzt.

Die Darstellung ist vornehmlich in Zweikämpfen und Schlachten ausführlich und anschaulich. Das Anrücken der immer wohl gesonderten Schaaren, die Begebenheiten der verschiedenen Schlachttage, entscheidende Ereignisse, Waffen und Kriegswerkzeuge werden mit Liebe und Einsicht beschrieben. Der Verfasser, der eine schlechterdings historische Miene angenommen, wie er denn auch mit dem Ereignifs schliefst, mit welchem die Chronisten von Florenz und Venedig beginnen, verfehlt nicht ausführliche Reden in Schlacht und Rath einzuschalten.

Bei all seiner Einfachheit und obwohl selbst in einzelnen Theilen, in nahen Capiteln Widersprüche nicht vermieden werden, hat er doch das Gewebe mit Kunst und beherrschendem Verstand angelegt. Die Entwickelungen der Geschichten des Ottaviano, des Buovo, Gherardos da Fratta, vor allem der Spagna sind sehr wohl erfunden. Die in der letzten Katastrophe wirksamen Momente sind in dem Anfange des Werkes vorbereitet.

BEARBEITUNGEN IN VERSEN.

Hätte ein wahrer Dichter zur rechten Zeit diesen Stoff ergriffen und ihm die Form gegeben, welche doch am Ende allein einem geistigen Werke unvergängliche Dauer sichert, so hätte er ihn so berühmt machen können wie Ferdusi den seinigen.

Unser Werk und der ganze Fabelkreis der sich um dasselbe gebildet hatte, ward zunächst von Poeten bearbeitet die das Volk auf dem Markte zu vergnügen suchten. Den Zustand in dem solche sich befanden, läfst uns unter andern ein Florentiner, Altissimo, der gerade die Reali bearbeitet hat, sehr deutlich wahrnehmen ([1]). Einmal indem er bekennt, dafs die Armuth ihn nöthige dies Gewerbe zu treiben, dafs er von der Börse seiner Zuhörer lebe; sodann wenn er diese bei dem Schlufs seiner Gesänge auf einen Tag den er nennt, etwa Dienstag oder Donnerstag, nach dem gewohnten Platz wiederbescheidet. Dies war, wie sich ergibt, ein freier Raum wo seine Freunde für ihn und die Zuhörer Bänke einrichteten. Hier war es wo er dem gemäfs was er in den Büchern geschrieben fand, wie er ausdrücklich sagt, improvisirte. Einen ähnlichen Zustand läfst Zenobi di Sostegno, welcher seinen ersten Versuch in Reimen an der Spagna machte, voraussetzen: vertraulich redet er die Herren und guten Leute an, welche gekommen ihm zuzuhören, empfängt sie mit Gebeten und entläfst sie mit guten Wünschen. In der That liegt ein solcher selbst der Ökonomie der romantischen Gedichte, den Einleitungen religiöser oder, wie sie schon Altissimo öffentlich versuchte, betrachtender Art, der Eintheilung in kurze Gesänge und andern Eigenthümlichkeiten zu Grunde. Etwas Analoges kann man noch gegenwärtig miterleben.

([1]) Ich bediente mich der Ausgabe Venedig 1534. *Incominciasi il primo canto de Reali del poeta Altissimo Fiorentino.*

Auf der Riva Schiavone zu Venedig sieht man alle Tage, ungefähr wenn Feierabend gemacht wird, gegen Ave Maria, und Sonntags etwas früher, den Raccontatore seine Zuhörer um sich sammeln. In einem etwas entfernten Kreise stehn sie um ihn her, drei, vier Personen hinter einander, Männer, Weiber und Kinder, ihn zu vernehmen. Wir hörten ihn die Fabel von den Haimonskindern und darauf die Geschichten Carls XII, nach den Tagen in Abschnitte vertheilt, vortragen, und wenn er es beklagte keine Gabe für die Poesie zu haben, so zeigte er doch für die Erzählung wahrhaft eine Ader. In der Mitte, wenn das Interesse gespannt ist, pflegt er inne zu halten, um seine Centesimi zu sammeln und sich etwa durch einen Trunk zu erquicken. Dann fährt er mit Behagen in seiner ganz lebhaften Darstellung fort, langsam, in wohltönenden Worten, auf- und abgehend, bis die Nacht anbricht.

Wohl mochte sich unter denen die den Stoff der romantischen Bücher auf ähnliche Weise ihrer Nazion überlieferten, manches grofse Talent finden; es mochte einige geben welche ihn poetisch zu durchdringen und wiederhervorzubringen fähig waren. Immer hatten sie es schwerer als die Volksdichter anderer Nazionen. Die Sage die sie behandelten, stammte nicht aus nazionalen Erinnerungen: sie war nicht einheimisch auf diesem Boden: aus fremden, anderswo erfundenen Büchern mufste sie herüber genommen werden: die Übung der Poesie selbst war an kein Fest, an keine Feierlichkeit geknüpft; persönliches Bedürfnifs war in der Regel ihr Ursprung. Gewifs ist, dafs die meisten Gedichte welche uns in dieser Gattung aufbehalten worden, von wenig Talent zeugen. Ich weifs nicht ob es dem Bearbeiter der Spagna selbst oder einer schlechteren Quelle der er folgte zuzuschreiben ist, dafs er anfangs die Vision die der Grund der Unternehmung ist wegläfst, und von weiter nichts wissen will als dafs Carl Spanien zu besitzen gewünscht habe; aber es ist deutlich, wie sehr sein Gegenstand hiedurch an höherem Interesse verliert. Die Reime des Buovo folgen, so weit ich sie verglichen, ihrer Urkunde sclavisch nach. Der beste ist noch der Altissimo, dessen Betrachtungen doch hie und da einen nachdenkenden Mann verrathen, viel aber will er freilich nicht sagen. Genug, der improvisatorischen Bearbeitung gelang es nicht diese Sagen zu irgend einem bedeutenden Gedicht durchzubilden.

In dem funfzehnten Jahrhundert geschah, dafs wahrere, mit der Bil-

dung ihrer Zeit vertraute Dichter den nemlichen Stoff, der allmählig tief und tiefer in die Nazion eingedrungen, zu bearbeiten unternahmen. Sofort zeigte sich der merkwürdige Conflict, dessen Entwickelungen zu beschreiben unsere vornehmste Absicht ist.

Es ist wahr, noch war das Ritterthum nicht untergegangen, noch waren in den obern Ständen durch ganz Europa jene Gesinnungen welche das Lehenwesen gegründet und die Kreuzzüge hervorgebracht hatten, nicht verloschen; auch blühte die Kirche in allgemeiner Anerkennung; aber daneben waren doch auch ganz andere Lebensregungen erwacht. In Italien, wo man in den beiden gebildetsten Staaten Kaufleute zu Herren geworden sah, wo man alle Wissenschaften aus den Alten erlernte, wo mitten im Schoofs der Kirche eine Secte weit um sich gegriffen hatte, die sogar die Unsterblichkeit der Seele leugnete, konnten jene Sagen wenigstens von Denen die an Richtung und Bildung ihrer Zeit lebendigen Antheil nahmen, nicht mehr in dem Sinn vorgetragen werden in welchem sie erfunden waren: es war unmöglich, dafs jenes ritterliche, bewaffnete Christenthum ferner in dem idealen Licht erschien das ihm die Sagen gaben: die mit Gewalt eindringenden antiken Autoren mufsten einen Einflufs auf die Behandlung ausüben; genug man mufste die Sache schlechterdings anders angreifen.

Zu fassen wie dies geschah, wie die einander widersprechenden Elemente sich bekämpften, bis aus der Manier des Mittelalters die moderne hervorging, eben das ist unsere Aufgabe.

LUIGI PULCI.

Es würde nicht gerathen sein, bei allen denen zu verweilen die man eben liest ohne etwas von ihnen sagen zu können, die nur eine nicht üble Erzählung in leidlichen Versen vor dem Leser vorüberführen; unser Augenmerk mufs sein diejenigen zu begreifen die an den Bestrebungen ihrer Epoche lebendigen Antheil nehmend etwas Neues vorzutragen, einen eigenen Weg zu betreten versuchten.

Luigi Pulci hängt auf der einen Seite noch sehr mit jenen bänkelsängerischen Volksdichtern zusammen deren wir gedacht. Einzelne Theile seines Werkes, wie die Abenteuer Morgantes und Marguttes, die Eroberung von Babylon, sind entweder zu seiner Zeit oder bald nach ihm als Volksgedichte verbreitet worden; die Beschreibung der Schlacht von Roncisvall

in zwei Gesängen, aus seinem Werk entnommen, ist noch heute unter den neugedruckten Volksbüchern zu finden — eine Auszeichnung die so viel ich weifs keinem seiner gebildeten Nachfolger zu Theil geworden. Auf der andern Seite aber hat doch dieser Tischgenofs Lorenzos de Medici, Freund Agnolo Polizians, Tebaldeos und so vieler anderer von der Antike ergriffener Zeitgenossen eine ganz verschiedene Richtung in sich aufgenommen.

Dem allgemeinsten äufseren Umrifs nach ist sein Gedicht einem Theile der Spagna entnommen. Es hebt mit dem Moment an dafs Orlando von Carl beleidigt ihn verläfst; es führt denselben, wie die Spagna, in das Lager jener beiden Könige von denen der Mächtigere mit Gewalt um die Tochter des andern freit: Babylon, von dem so viel die Rede ist, wird für eben jenes Lamecca erklärt von dem die Spagna handelt: den Amostante finden wir wieder: beide Werke endigen mit der Schlacht von Roncisvall. Wie Pulci aber hier schon an allen Stellen von seiner Urkunde abweicht, so verflicht er in diesen Umrifs tausend andere Sagen welche der Spagna fremd sind: die er bald aus den Haimonskindern — wie sich denn z. B. in Gefangenschaft, Gefahr und Rettung Astolfos eine Nachbildung der Abenteuer Ritsards mit Roland, Carl und Ryper nicht verkennen läfst — bald aus der Regina Ancroia, bald aus eigener Phantasie entnommen haben mag. Weder höhere Absicht aber, noch auch Einheit der Handlung kann ich in dem Gedichte Pulcis entdecken. Es war nicht seine Meinung jene grofse Sage gelten zu lassen auf welcher die Spagna beruht: den ganzen Hintergrund derselben läfst er fallen: nicht von der Belagerung von Pampelona, sondern von dem Hof zu Paris entfernt sich Orlando: Pulci ist zufrieden Abenteuer an Abenteuer zu reihen: der eigentliche Hebel aller seiner Geschichten ist der treulose Gan, der seine verrätherischen Anschläge unermüdlich, bis zur Ungeduld des Lesers — man verwundert sich dafs nicht auch des Dichters — wiederholt. So wird ihm die Schlacht von Roncisvall, wie trefflich er sie auch beschreibt, doch nur ein Abenteuer wie die andern, und die Ansicht der Welt aus welcher die Sage hervorgegangen, bleibt seinem Werke fremd.

Schon in dem ursprünglichen Gedicht spielen die Priester weder die wichtigste noch auch immer eine untadelhafte Rolle: und es ist wenigstens sonderbar, wenn z. B. im Aspramonte der Erzbischof Turpin den Augenblick wahrnimmt wo Gherardo Carln einige sonst unbedeutende Ehren-

bezeigungen erweist, und sie sofort verzeichnet, um daraus für denselben eine Art von Anerkennung seiner Unterthänigkeit herzuleiten: nicht ohne die ausdrückliche Absicht sich für einige von Gherardo erlittene Beleidigungen zu rächen. Viel weiter aber geht Pulci. Man mufs sich erinnern dafs er sein Werk, welches bereits 1481 erschien, eben damals schrieb als sein Gönner Lorenzo Medici von einem unerbittlich-feindseligen Papst mit offener Gewalt und geheimen Anschlägen unaufhörlich angegriffen ward. Diesem Eindruck ist es wohl zuzuschreiben dafs er die Priester, in denen er nichts als Heuchler sieht, bald mit schneidendem Ernst, bald mit beifsendem Spott verfolgt. „Er erschlug", spricht er, „mit dem Schwert, nicht mit dem Hirtenstab."

Dabei schreitet er zu den kühnsten und ernsthaftesten Fragen über die Religion fort. Er läfst den Zauberer Malagigi sich mit dem Geist den er zu seinem Dienste beruft, Astaroth, über die Geheimnisse der Dreieinigkeit, die Vorausbestimmung des Bösen und den freien Willen berathen: so unheimlich es einem dabei wird, so ist der Autor doch tiefsinnig, hie und da erhaben. Er liebt diese Dinge in die sonderbarsten Situationen zu verflechten. Eben dort wo er den Bajardo solche Sätze machen läfst, dafs Phaeton tiefer einhergeflogen sein mufs, dafs Juno für ihren Scepter fürchtet, läfst er eine Discussion beginnen nicht allein, was schon an sich merkwürdig ist, über die Stellung der Erde, frei unter den Gestirnen, und die andere Hemisphäre (¹), sondern auch über den Ursprung der Menschen und ihre Seligkeit durch Christum. Wenn er hier die ausschliefsende Wahrheit des Christenthums und die Heiligkeit christlicher Gesetze anerkennt, so trägt er doch kein Bedenken hinzuzufügen, der dürfe nicht verzagen wer sein eigenes Gesetz redlich halte, in allem Volke: die Gesinnung sei es welche verdamme und rette (²).

(¹) *E puossi andar giù all'altro emisperio —*
Sì che la terra per divin misterio
Sospesa sta fra le stelle sublime. — (c. XXV.)

Auch XXIV f. 139 heifst es beim Eintritt der Nacht: *Ma il sol l'altro emisperio facea bello.* Pulci nimmt an, dafs die andere Hemisphäre bewohnt sei: es gebe auch da Belagerungen und Feldschlachten u. s. w.

(²) *La mente è quella che vi salva e danna,*
Se la troppa ignorantia non m'inganna.

Leicht nimmt man wahr dafs Pulci sich in Scherzen gefällt. Ich möchte jedoch darum nicht sagen dafs er sein Gedicht auf Satyre angelegt habe. Ernst und Burleske hatten sich noch nicht in besondere Gattungen getrennt. In allen romantischen Gedichten, von wem sie auch sind, finden wir Scherz und Zweideutigkeiten: dies gehört zu ihrem Wesen; und es mag von ihrer ursprünglichen Bestimmung ein nicht eben gewähltes Publicum zu unterhalten herrühren. Eben so gehört es zu ihrer herkömmlichen Manier dafs die Gesänge mit einem Anfangsgebete eingeleitet werden. Pulci scherzt viel und oft; wenn er darum dennoch die Anfangsgebete, die er nicht erfunden haben würde, beibehält, Gebete, in denen oft reine Frömmigkeit athmet und keine Spur von Schelmerei zu finden ist, so kann ich mich nicht überreden dafs dies für Satyre oder Blasphemie zu halten sei. Ich glaube ihm wenn er sagt: „ich bin nicht so sehr ein Satyr wie ich danach aussehe." (1)

Allerdings stellt Pulci das Ritterthum mit einer gewissen Ironie dar. Die Liebschaften Oliviers und Rinalds, die Schwachheiten Carls des Grofsen, die Gesellschaft des Helden mit dem wunderlichen Riesen von dem das Werk den Namen hat, streifen an das Lächerliche. Aber selbst dieser Riese, obwohl er so grofs ist wie ein Mastbaum und so stark dafs er einen Thurm der Mauer umwirft „besser als es ein Erdbeben vermocht hätte", wird durch seine freiwillige Unterordnung unter Orlando, vor dem er niederkniet, den er nicht verlassen will, aus einem Ungeheuer zu einem Menschen. Und wie so durchaus edel, mild und grofs ist Orlando! Er läfst sich nicht einmal durch die Liebe verführen: nach den unzähligen Beleidigungen Carls des Grofsen ist er dennoch mit dessen Rettung durch Alda wohl zufrieden: dem zu Gutem oder Bösem leicht entflammten Rinald steht er mit dem Gegensatz einer starken und festen Gesinnung trefflich gegenüber.

Endlich ist es wohl an dem, dafs religiöse und kirchliche Dinge tausendfältigen Spott erfahren; aber dagegen werden doch die tiefern, namentlich speculativen Fragen mit unleugbarem Ernst vorgenommen.

---

(1) Ich wüfste mit Pulci nichts zu vergleichen als etwa den Orfeo seines Freundes Polizian, eine wilde Skizze, in der Orpheus lateinische Verse machend, gutmüthige Hirten, rasende Bacchantinnen, Tod, Wiederbelebung und neuer Tod flüchtig vorübergeführt werden, in der es zuweilen auch ist als sei alles Scherz und Ironie. Der Orfeo verhält sich zum Aminta Tassos wie der Morgante zur Gerusalemme.

Allerdings besteht dieses hienach aus Elementen verschiedenen Ursprungs; dennoch ist es ganz wie aus Einem Gusse. Wir haben einen Poeten vor uns der selber lebhaft von alle dem ergriffen ist was in dem Ritterthum schön und ehrenwerth und rühmlich war. Unweit von Scandiano lag ihm ein altes Bergschlofs Torricella, fern von der Strafse, ewig einsam, mitten im Gehölz: wohin er sich während der heifsen Monate zurückzog: hier oder in Gesso, einer andern seiner Besitzungen, auf einer Anhöhe gelegen, mit weiter freier Aussicht, dichtete er sein Werk ([1]). Zur Ergötzung derjenigen Gefährten, die, wie er sagt, wenn sie gleich den Krieg lieben, ihn doch nicht aus Rachsucht und Wuth führen, schrieb er es, um die Ehre der alten Ritter zu erneuen, die jedes furchtbare Ding in der Welt unterwarfen. Er war um so mehr mit ganzer Seele dabei, da er sich überredete dafs die Übung ritterlicher Tugenden, eine Weile unterlassen, sich zu seiner Zeit wieder erneue. Jenes üble Wetter, sagt er, jener Winter sei vorüber: die Welt beginne aufs neue sich mit der Blüthe der Tugend zu schmücken ([2]).

Sehr wohl gelang es ihm, die einförmigen Charactere welche ihm die alte Fabel, zufrieden Richtung des Gemüthes und Stimmung auszudrücken, in wenig grofsen Zügen überlieferte, zu der Wahrheit durchzuarbeiten die sein bewegteres Gedicht forderte.

Welch ein anderer Rinald ist der seine als jener wilde und entsetzliche Haimonssohn! Der Rinald Bojardos, nicht allemal der stärkste, aber der Fechtkunst Meister, fest auf seinem Rofs, immer mit offenen Augen, ein edler Jüngling voll von Thatenlust. Wie ihm Carl das Heer anvertraut, bringt ihm freudige Hoffnung die Thränen in die Augen, und er dankt mit angemessener, fast ablehnender Bescheidenheit.

Ihm gegenüber Rodomont, der nicht weifs ob es einen Gott giebt, denn niemand hat ihn gesehen: sein gutes Schwert, sein Kriegsrofs, der Muth den er hat, die sind sein Gott. Von den Gebräuchen der Ritterschaft will er nichts wissen. Er fügt dem Feind so viel Böses als möglich zu. Jedoch seinem König ist er unterthan.

([1]) *Vallisneri Lettera intorno del conte M. M. Bojardo. Calogera Raccolta* III 351-376.

([2]) *Hora è il mal vento e quel verno compito*
E torna il mondo di virtù fiorito.

Aus der Spagna ist Astolf, der sich seine Unfälle nicht übel nimmt, die Achseln zuckt und sich zu entschuldigen weifs, weiter ausgebildet.

Es folgen der treue Brandimarte, der nicht hört dafs Orlando weggegangen ohne auch zu gehn, an dem der Dichter das Glück der Freundschaft schildert, das unbeschreibliche Vergnügen mit einem Andern sprechen zu können wie mit sich selber ([1]): Fiordelisa, die, so jung und schön und feurig sie auch ist, doch einen Verstand zeigt in welchem etwas Göttliches liegt: Bradamante, ganz Jugend, Kraft und Unschuld: und neben ihnen die bittere Marfise, die auf ihre Unbesieglichkeit trotzend noch gen Himmel zu kommen, den Mahomet zu erschlagen und das Paradies zu verbrennen droht: der winzige Brunell, der sich vermifst dem Himmel den Mond, der Glocke den Ton und der Christenheit den Papst zu stehlen.

Unter ihnen Orlando, wohl der Held des Werkes, jedoch darum lange nicht Ideal. Ich möchte nicht sagen dafs er ohne Ironie gedichtet sei. Er ist gar leicht zu betrügen und unschwer verliebt. Dem boshaften Griechen glaubt er auf sein Wort und dankt ihm dazu. Er geht getrost nach einem Stein von dem ihm gesagt worden man könne da die Hölle sehen. Die Angelica begleitet er von dem äufsersten Asien bis nach Frankreich so sittsam dafs er in seiner Liebe nicht vorwärts kommt, und doch macht die verrätherische Origille auf ihn Eindruck. So streift er hart an das Komische, Lächerliche; er hat einen Zug von Don Quixote: aber er streift nur daran: dieser Zug ist leise und gutmüthig, mehr angedeutet als ausgeführt: bei weitem stärker ist doch das ernste Element: Orlando ist voll edler Einfalt, freudiger Courtoisie, Hingebung und Frömmigkeit ([2]), im Ganzen grofsartig.

Man verzeihe wenn wir diese Gestalten zu ergreifen suchen, die allerdings nur in der Phantasie eines Poeten lebten. Es kommt uns hier auf seine Eigenthümlichkeit an, die Charactere nicht allein im allgemeinen Umrifs, sondern mit den leiseren Zügen darzustellen, die erst eigentlich wahr sind.

([1])
Potendo palesar l'un a l'altro il core
E ogni dubio che accade raro o spesso
Poterlo ad altrui dir come a se stesso. (III vi.)

([2]) Z. B. in dem schönen Gespräch mit Agrican vor ihrem Kampfe, I xix. Agrican fällt:
O quanto al conte ne rincresce e dole.

Allein zu weit würden wir gehn wenn wir, nach Bezeichnung der Hauptmomente der Fabel und der Charactere, die Entwickelung der Ereignisse vor Augen stellen wollten. Wenige Gedichte werden von eigenen sinnreichen Erfindungen, reizenden Situationen, wohlersonnenen Verwickelungen so voll sein. Man wandelt in diesem Gedicht einen wundervoll verschlungenen Pfad zwischen den seltsamsten lebendigsten Abenteuern, immer neu, immer reizend. Man erwarte aber nicht lauter Tugend und Schönheit, Seelengröfse und Gemüth. Derbe Sinnlichkeit tritt in dem naiven Ausdruck ganz unverhüllt hervor und es finden sich anstöfsige Scherze. Jedoch sollten wohl fromme Betrachtungen erheuchelt sein weil sie Schalkhaftigkeit, die Courtoisie falsch weil sie Sinnlichkeit, und Tapferkeit unecht weil sie Wildheit zur Begleiterin hat? Dieses sonderbare Nebeneinander bildet eben das Gewebe wie des Lebens so denn auch des Gedichtes. Und keinesweges werden wir hier durch grelle Gegensätze gestört. Über diesem Werke breitet sich eine poetische Stimmung aus, die wie sie den Dichter belebte so sich auch dem Leser mittheilt und über alle Schwierigkeiten hinweghilft.

Vorzüglich merkwürdig ist es in dieser Hinsicht, wie Bojardo die Mythen des Alterthums behandelt. Nicht so ganz und gar wie er sie findet nimmt er sie an. Seine Sphinx z. B. ist nicht mehr die thebanische: sie antwortet erst auf die fremde Frage ehe sie die eigene vorlegt; und ich finde es artig und neu dafs sie wie Orlando auf sie zukommt, Schlangenschweif und Greifenklauen verbirgt und dagegen die Pfauenflügel ausbreitet. Jener Polyphem schont seinen Mann nur darum weil er sich an dem Magern hungrig zu essen fürchtet, der Dichter verflicht ihn darauf in seine abenteuerlichsten Begebenheiten. Circella wird von der Liebe zu einem Ritter betrogen und trinkt selbst von ihrem Zaubertrank. Das Grab des Narcifs umgiebt der Poet mit Liebe und Zauberei. Amor ist bei ihm ein nackter Jüngling der unter den Grazien tanzt, und reizend wird die Rache geschildert die er nimmt.

Zuweilen scheint es wohl als wolle Bojardo einem antiken Original genauer folgen: dort wo Orlando wie Cadmus die Zähne des Drachen säet den er erlegt hat, entstehn die Kriegsleute aus dieser Saat ziemlich wie bei Ovid, indem erst ihre bunten Helmbüsche, darauf Helm und Brust aus der Erde hervorgehn: aber gar bald verläfst er die Fabel und ihren Erzähler: die Kriegsleute, die sich, wie man sich erinnert, unter einander selbst tödten

sollten, erheben sich hier sämtlich mit Kriegsgeschrei wider Orlando, der sich nicht wundert dafs Übel erntet wer Böses säet, den Bajardo, den er damals reitet, besteigt, die Durindana schwingt, und diese Sparten sämtlich erlegt. — Auf ähnliche Weise nahm das frühere Mittelalter selbst die Mythe des Alterthums auf. Genährt von den romantischen Phantasien dichtet Bojardo die antiken Fabeln in ihren Geist ein.

Er ist ein Dichter der so zu sagen daran glaubt was er besingt und ganz darin lebt: dichtend vergnügte er sich, so lange Welt und Stimmung es gestatteten.

Schon am Ende des zweiten Buches aber klagt er, es helfe ihm nicht mehr alle seine Gedanken dem Gedichte zu widmen. Italien sei von Wehklagen erfüllt; er athme kaum, wie solle er singen? (1) Die allgemeinen Angelegenheiten stören die Harmlosigkeit seines Lebens.

Noch einmal hofft er mit freierem Geist fortfahren zu können: noch einmal fühlt er sich in der Gesellschaft die sein Werk erheitert glücklich: und so führt er seine Erzählung bis in die Mitte fort, bis dahin wo die Saracenen Paris angreifen, Rodomont die Leiter an die Mauer legt und nur durch die Ankunft Orlandos sie zu ersteigen abgehalten wird: er verspricht gerade die wohlklingendsten Saiten seiner Cither anzuschlagen; da sieht er eben diese Franzosen über die Berge kommen und ganz Italien in Feuer und Flammen. Er läfst seinen Faden mit Schmerzen fallen, und hat ihn nicht wieder aufgenommen. In dem Jahre in welchem die Franzosen erschienen, 1494, starb er noch. Der Welt bereiteten sich andere Zeitalter vor, in der eine Gesinnung keinen Platz hatte wie er sie hegte.

ARIOSTO.

Schon Lodovico Ariosto, obwohl ein Landsmann, beinahe ein Zeitgenofs und der Fortsetzer Bojardos, entwickelte doch eine sehr abweichende Geistesrichtung.

Wo Ariosto hie und da der Jahre seiner Bildung gedenkt, stellt er sich als einen jungen Menschen dar den die Welt nach verschiedenen Seiten

---

(1) *S'intende Italia de lamenti piena,*
Non c'hora canti, ma spiro appena.

hin reizt und anzieht. Er widmet sich den Studien bald des Rechts ([1]), bald der Antike. Zuweilen gefallen ihm Hof und Fürstendienst, und in ausbrechenden Kriegen versieht er sich mit Rofs und Waffen: lieber aber ists ihm doch, in der Vigna am Rodano bei Reggio, in dem vom Bach umschlossenen Garten Landleben und Einsamkeit zu geniefsen. Die Poesie ergriff er wohl frühe, doch liefs er sie lange Zeit fahren; bis etwa ein wetteifernder Bruder ihn wieder ermunterte, und auch hier waren es bald Schauspiele, wie er denn schon als Knabe Theaterstücke verfafst hat, bald die romantischen Gedichte der Spanier und Franzosen, bald Horaz und Catull, die er unter jenem Lehrer studirte, der ihn, wie er sagt, aus einer trägen Masse zu einem Menschen gemacht, was ihn beschäftigte. Genug die Wissenschaften des Nutzens und Vergnügens, Krieg und Frieden, öffentliches und privates Leben, antike und moderne Welt, alles zieht ihn an, und er spottet selber über seine Unbeständigkeit.

Wie es aber zu geschehen pflegt, das Leben machte seine Forderungen an ihn geltend und wies ihm seinen Weg an.

Dafs der Vater frühzeitig starb und die zahlreiche Familie von ihrem Erbe nicht leben konnte, dafs Lodovico nunmehr für die Erziehung der Brüder zu sorgen, die Schwestern zu verheirathen, schwierige Processe auszufechten hatte, nöthigte ihn Dienste zu suchen ([2]). Lange Zeit im Gefolge des Cardinals von Este, alsdann am Hofe des Herzogs von Ferrara, gelangte er zu einer sehr mannigfaltigen, vielseitigen Thätigkeit. Er übernahm Gesandtschaften deren sich kein Anderer unterzogen hätte, wie an Julius II, einen beleidigten und jähzornigen Lehensherrn, er focht in der Schlacht gegen die Venezianer auf dem Po, und erstieg selber eins ihrer Schiffe mit ([3]); die Garfignana, durch die Verordnungen eines langen Krieges verwildert, verwaltete er zur Zufriedenheit des Herrn und der Landschaft. Er zeigte sich brauchbar und ergeben. Auch sein scenisches Talent zu üben gab ihm der Hof vielfache Gelegenheit; bald mit Übersetzungen aus dem Plautus, denen

---

([1]) Es war nicht allein der Vater der ihn antrieb: „*Mens mi verbosas suasit perdiscere leges.*" (*Elegia de diversis amoribus.*)

([2]) Er schildert das in der siebenten Satyre. Er habe, sagt er, seinen Sinn von Maria auf Marta wenden müssen.

([3]) *Gabrielis Ariosti Epicedium* vers. 299 läfst daran nicht zweifeln.

man auch in Hinsicht des Verständnisses ein ausnehmendes Verdienst zuschreibt, bald mit eigenen Versuchen in Prosa oder in Versen, die gewifs immer zu dem Besten gehören was die Italiener in dieser Gattung besitzen, diente er der aufkommenden Bühne von Ferrara. Trotz so vielfacher Dienste war sein Glück nur beschränkt, und nur spät gelangte er zu einer Existenz in der es ihm behagte. Er baute sich, wiewohl nur in einer entfernten Strafse, ein kleines Haus: noch besucht man das Zimmer wo er studirte, mit der Aussicht auf den Garten ([1]), den er selber bebaute, und trinkt aus seinem Brunnen. Er war zufrieden: er wufste, wie er sagt, den Hafen wo er Winden und Meer den Sturm verzieh: er meint damit, wie er eröffnet, den Umgang mit seiner Freundin, oder Gemahlin ([2]), deren „frank und freie Seele, deren edle Sitte und aus dem Quell der Gedanken strömende Beredsamkeit ihn festhielt": er war glücklich wenn er auf dem Markte zu Ferrara zwischen den Bildsäulen der alten Marchesen auf und ab gehn konnte; es war ihm genug wenn sechs Menschen den Hut vor ihm abnahmen.

In diesen Zuständen dichtete er die Fortsetzung des verliebten, den rasenden Roland: das Werk seines Lebens. Zwischen 1505 und 1516 hat er ihn verfafst, darauf immer erweitert und verbessert, bis er ein Jahr vor seinem Tode, 1532, eine neue Ausgabe vollendete, die ziemlich als eine andere Arbeit angesehen werden kann.

Schon als eine Fortsetzung nun mufs dieses Werk die nemlichen Bestandtheile enthalten aus welchen Bojardo sein Gedicht zusammensetzte. Die karlingische Rolandssage stellt sich in den grofsen Scenen der Vertheidigung von Paris dar. Ariosto verknüpfte wie sein Vorgänger den Sinn und gar oft die Fabeln des Kreises der Tafelrunde mit derselben. Wenigstens neu ist es nicht dafs Orlando rast, da Tristan wie Lancelot aus Liebe in Wahnsinn fallen. Bereits Apostolo Zeno bemerkte dafs Origille und Martan aus dem Tristan sind. Ich finde dafs auch andere französische Romane von

---

([1]) Das Hintergebäude das jetzt Garten und Haus trennt ist neu. — Er hatte eine kleine Besoldung. In der „*Bulleta stipendiatorum et familiarium*" ist er 1518 aufgeschrieben „*cum salario 7 ducatorum pro mense.*" — Sieben Ducaten! Er bemerkt, dafs er den Musen nicht so viel verdanke um sich einen Mantel machen zu lassen. Jedoch:

Il studio se a lo corpo non da pastura,
Lo da a la mente. (Sat. I.)

([2]) Alessandra Strozzi: vgl. Fernows Leben Ariostos.

Ariosto benutzt wurden. Zu jenem Fall der Bradamante unter andern, durch welchen sie an das Grab des Merlin geräth um sich das künftige Geschick ihres Geschlechtes weissagen zu lassen, ist das Vorbild in *Giron le courtoys*, wo Breux eben auch in eine wunderbare Grotte gestofsen wird, in der er die Geschichte von Girons Voreltern kennen lernt. Wie Pinabel die Bradamante, will dort die Begleiterin des Breux diesen umbringen: beide ersehen dazu Höhlen an den Bergen wo sie sich gerade befinden, und beide geben vor, junge Mädchen in denselben gesehen zu haben (¹). Ariostos Zeitgenossen wufsten dies wohl. Pigna vergleicht sein Studium der spanischen und französischen Romane mit dem Bemühen der Biene die vollsten, saftigsten Blumen auf der Wiese zu finden. Ein ähnliches wandte er der alten Mythologie zu. Zwar wollen wir nicht mit einigen italienischen Gelehrten den Ruggiero von dem Achill, Carl vom Latinus, Rodomont vom Turnus, Melissa von der Juturna herleiten; allein unmöglich ist es, in der Befreiung der Angelica von dem Meerungeheuer durch den mit Flügelpferd und Zauberschild ausgerüsteten Helden Perseus und Andromeda, in der Olimpia welche Biren auf der Insel verläfst, Ariadne, in Medor den Nisus, in Orco ein furchtbareres Nachbild des Polyphem zu verkennen.

Ariosto wandelt demnach hier auf den Spuren des Bojardo. Es ist merkwürdig wie er zuweilen ich sage nicht in der grofsen Anlage, die natürlich ähnlich und doch verschieden sein mufste, sondern in der Manier der Darstellung mit demselben wetteifert. So hat er die Fischerei der Alcina und das Abenteuer des Astolf aus seinem Vorgänger entlehnt. Wenn bei diesem die Fee alle Fische, so viel ihrer sind, aus dem Meer kommen läfst, Thunfische, Delfinen, Schwertfische, Nordcaper, viele andere, grofse und kleine, und die Ufer erfüllt werden; fafst dies Ariost in einer gesonderten Anschaulichkeit auf. Alcina ruft die Fische welche sie will: geschwind kommen die Delfinen, die dicken Thunen mit offenem Maul, die Robben er-

---

(¹) *Giron le courtoys*: alter Pariser Druck fol. 233. *Or saichez tout de verité que a la premiere foi que je y commencai a regarder, vy je la aval la plus belle damoiselle que je veisse oncques de tout mon age.* Orlando canto II:

E disse che avea visto in fondo
Una donzella di viso giocondo.

Ferner: Breux sagt: *J'ay été ung peu etourdy du cheoir.* Ariost:

Giacque stordita la donzella alquanto.

wachen aus ihrem Schlaf: schaarenweis, emsig schwimmen die kleinen Gattungen herbei: man sieht die gewaltigen Rücken der grofsen Ungethüme. Die Schilderung des gröfsten derselben, den man für eine Insel hält, die Anrede der schmeichlerischen Verführerin ist in einem ähnlichen Sinne fleifsigerer Ausarbeitung herübergenommen ([1]). Vor allem erkennt man den Unterschied ihres Talentes in der Art wie sie die Antike benutzen. Wenn Bojardo die antike Fabel bis ins Unkenntliche umbildet, so kann man bei Ariost in ganzen Erzählungen Schritt für Schritt den Dichter erkennen den er gerade vor sich hatte. Wie z. B. bei Ovid Perseus die Andromeda, würde bei Ariost Ruggiero die Angelica für eine Bildsäule halten, sähe er nicht Thränen aus ihren Augen rinnen und ihr Haar im Winde flattern: er redet sie nicht anders an als jener: sie sei der Ketten der Liebe werth, nicht aber solcher. Wie dort Andromeda würde hier Angelica ihr Gesicht mit den Händen verhüllen, wäre sie nicht gebunden. Wie bei Ovid, wird auch hier das kommende Ungeheuer mit einem Schiff und der Bekämpfende mit dem Adler der sich auf die Schlange stürzt verglichen. Dabei ist jedoch Ariost noch weit entfernt unselbständig zu werden. In jedes Bild vertieft er sich und mahlt es mit eigenthümlicher Anmuth aus. Allerdings ist die Beschreibung, wie das Thier, obwohl nach mancherlei Umschweif, von Orlando endlich getödtet wird, der Ovidischen, wo dasselbe bald untertaucht bald sich noch einmal erhebt bald sich herumwälzt wie ein wilder Eber, nachgebildet; allein Ariost schildert anschaulicher, wie es sich erst über das Meer emporhebt, so dafs man seine Seiten und seinen schuppigen Rücken sieht, dann niedertaucht, den Sand mit dem Bauche aufwühlt und herauswirft, und dem wilden Stiere ähnlich ist der sich unerwartet den Strick um die Hörner wer-

---

([1]) Bojardo lib. II canto 13. *Ove la fata sopra la marina*
Facea venir con arte e con incanti
Sin fuor dell'acqua i pesci tutti quanti.

Ariosto canto VI: *E stava sola in ripa a la marina*
E senza hamo e senza rete traea
Tutti li pesci al lito che volea.

In diesen Worten zeigt sich gleich das ganze Verhältnifs. Wie viel anschaulicher ist Ariost: ohne Netz, ohne Angel, statt: durch Zauber; die Fische welche sie wollte, statt alle mit einander. Der Erfinder aber bleibt Bojardo. Ich bitte die Leser denen diese Dinge nicht zu gering vorkommen, die ganze lange Stelle Wort für Wort zu vergleichen.

fen fühlt, nach allen Seiten springt, in den Kreis läuft, sich beugt und erhebt und sich doch nicht losmachen kann. Da ist nun merkwürdig wie Ariost dem Virgil folgt. Virgil, der Erhabenheit seines Gegenstandes immer eingedenk, behandelt selbst das Geringfügige mit Würde. Den Spieler der in der berühmten Nacht des Nisus und Euryalus getödtet wird, schildert er mit Haltung und Anstand: ,,Serranus hatte in jener Nacht viel gespielt, der wohlgebildete, und lag darnieder, seine Glieder von göttlichem Weingenufs überwältigt." Auch von Rhamnes, der zugleich König und ein dem Herrscher willkommener Augur ist, wird mit gewählten Worten gedacht, er hauche auf hohen Teppichen den Schlaf aus voller Brust. Den Serran löst Ariost in zwei Bilder auf: in den Trinker, der, an das Weinfafs gelehnt das er ausgeleert hat, eines ruhigen Schlafes zu geniefsen hoffte, jetzt aber wird ihm der Kopf abgehauen und mit dem Blute springt der Wein hervor; und in ein paar Spieler, einen Griechen und einen Deutschen, welche die Nacht bei Schaale und Würfel zugebracht haben. Den König-Augur bildet er in den gelehrten Alfeo um, zugleich Arzt, Magus und voll von Astrologie: er hatte sich geweissagt dafs er im Schoofse seiner Frau sterben würde: jetzo traf ihn die Spitze des Schwertes. Man könnte sagen, wenn es nicht zu gesucht klänge, Ariost übersetze den Virgil unbewufst in den Homer zurück. Auf jeden Fall stellt er die Sachen anschaulicher, natürlicher und, wenn man will, gemeiner dar ([1]).

Überhaupt aber zeigen sich, wenn wir nicht irren, in Bojardo und Ariost zwei verschiedene Fähigkeiten der Phantasie. Bojardo dichtet im Grofsen: die Ereignisse wie die Erscheinungen stellen sich ihm auf einmal, im Ganzen dar. Ariosts eigenthümliches Talent dagegen liegt in der durchgebildeten Anschauung einzelner Momente, die er in deutlichem Umrifs dar-

---

([1]) So ist nun auch das Verhältnifs zu dem Giron im einzelnen Ausdruck merkwürdig, z. B. bei jenem Fall den Ariosto aus Giron entnahm: *Lors s'en vient a ung grand arbre et trenche la branche et puis l'acroche a une part de la roche et oste son haulbert et ses chausses de fer pour etre plus leger. Et maintenant se prend a la branche et entre dedans.* Wie viel anschaulicher und deutlicher wird dies bei Ariost:

Ecco d'un olmo alla cima frondosa
Volgendo gli occhi un lungo ramo vede
E colla spada lo subito tronca
E lo declina gia nella spelonca etc.

legt: mit Vergnügen, Wohlgefallen und Absicht geht er auch auf das Kleine ein: Moment nach Moment bringt er so recht mit Behagen und Genufs hervor und stellt sie auf das lebendigste vor unsere Augen. — Diese durch die beiden Werke gehende und in ihrer Grundanlage thätig gewesene Verschiedenheit erklärt schon einigermaafsen den so ganz verschiedenen Eindruck, die ganz verschiedene Wirkung welche sie hervorbringen. Es kommen noch einige andere Momente hinzu.

In Bojardo herrschen Vorstellungen und Dichtungen des Mittelalters schlechterdings vor; wird ein Alexander erwähnt, so ist es der mythische: Tristan und Isolde dienen zu Gleichnissen. Bei Ariost dagegen ist der Hintergrund allgemeiner Vorstellungen aus den Alten entnommen, und das Alterthum erficht in ihm einen entschiedenen Sieg. Die Frauen sind so schön wie von Phidias gebildet: oder sie sind in künstlicher Arbeit erfahren wie Pallas: oder ihr Alter ist das der Hecuba und der Cumanerin. Will er einen Mann loben, so war Nireus nicht so schön, Achill nicht so stark, Ulyss nicht so kühn, Nestor, der so lang lebte und so viel wufste, nicht so klug. „Grausames Jahrhundert," ruft er einmal aus, „voll von Thyesten, Tantalen und Atreen: in welchem Scythien ist dies Kriegssitte! — Er war der kühnste Jüngling von den äufsersten Küsten der Inder bis da wo die Sonne sinkt. — Bei einem Polyphem hätte er Gnade gefunden: aber du bist ärger als ein Cyclop und Lästrygone." Der Duft ist bei ihm wie von Indiern und Sabäern: ein Gastmahl, wie es kein Nachfolger des Ninus geniefsen könnte; der Buhle der Alcina wird ihr Atys genannt. Wie Orlando mit dem Meerungethüm so gewaltsam gebahrt, vergifst der alte Proteus seine Heerde und flieht über den Ocean: Neptun läfst den Wagen mit Delfinen bespannen und geht zu den Äthiopen.

Aber überdies führt Ariost die moderne Welt in das Gedicht ein. Nicht allein indem er jenen Bezug der Fabel auf das Haus Este noch weit mehr als Bojardo und in weitläufiger Ausführung hervorhebt, sondern auch indem er statt des Costumes einer eingebildeten Epoche allenthalben die Anschauungen der eigenen einführt. Das Kriegswesen seiner Zeit, das in der That noch viel Ritterliches hatte, erlaubte ihm die Beschreibungen der Zweikämpfe, Turniere, Waffen und Sitten demjenigen gemäfs was er täglich sah, darzustellen; allein auch minder poetische Dinge nimmt er auf: Schatz-

meister, die Pferde und Volk, wie er sich ausdrückt, machen ([1]), Commissionen die durch Contrasegni bekräftigt werden, u. s. w. Die Vertheidigung von Paris ist der Vertheidigung von Ferrara nachgebildet die Alfonso dem Ersten so wohl gelang. Er enthält sich nicht Minen und Hakenbüchsen zu schildern. Auch auf dem Schiff sieht man die Helden bei widrigem Wind ihre Seekarten durchforschen. Die Beute besteht bei ihm wohl unter andern aus Zimmerbehängen in Flandern gearbeitet: er gedenkt der Seide und des Goldstoffes, so trefflich wie es florentinische Weber machen. Ruggiero ist so verweichlicht als hätte er in Valencia den Damen gedient.

Wie ihm dann das Kaiserthum Carls des Grofsen und das französische Reich eins sind, die goldenen Lilien von Carl wie von Louis XII vertheidigt werden, so treten ihm die Menschen seiner Zeit unter die Heroen und die Wunder der Fabel ein. Seiner Fürsten und Freunde gedenkt er ausführlich. Ereignisse die er erlebte werden in aller ihrer Breite eingeflochten, und noch als er die zweite Ausgabe des Gedichtes machte, mufste sich ein Platz für Andrea Doria und genuesische Sachen finden. Man versichert übrigens dafs der Poet eine Gabrina, einen Caligorante gekannt, dafs was er von Ariodante und Ginevra, dem Eremiten und Angelica erzählt, sich damals in seiner Nähe zugetragen hatte ([2]).

Durch diese unverhüllten Nachahmungen des Alterthums, diese ausgeführten und durchgehenden Darstellungen moderner Dinge erlitt der überkommene Stoff eine völlige Verwandelung. Die Veränderung die die Sprache durch Ariosto erfuhr, ging derselben zur Seite.

Jede Sprache erlebt eine Periode in der sie aus dem schwankenden Gebrauche zur festen Regel gelangt und correct wird. Glücklich der Autor

---

([1]) VII 159. *Mandò per tutta la sua terra*
Suoi tesorieri a far cavalli e gente,
Navi apparechia e munition di guerra,
Vettovaglie e danar maturamente. —

Das könnte in Prosa eben so gut im Guicciardini stehn. So theilt Ariosto, um noch eins anzuführen, die spanischen Mauren nach den Provinzen des damaligen Spaniens ein: *I Catalani: la gente di Navarra: il popul di Leone: la minor Castiglia:* was auf die Zeitgenossen um so mehr den Eindruck des Modernen machen mufste, da so eben an die Schlacht von Ravenna von 1512 erinnert worden war, wo jene Spanier gestritten hatten.

([2]) Das letzte bemerkt Fornari: *Allusioni del Furioso sopra le cose accadute* in der Ausgabe von *Orlandini Venezia* 1730.

der noch Zeit hat sich die Regel zu eigen zu machen: da sie allmählig in das Gefühl übergeht, würde jede Beleidigung derselben späterhin mit Misbehagen wahrgenommen werden. In der Freundschaft mit Bembo, durch welchen die italienische Sprache eine solche Veränderung erfuhr, berührte dies Bemühen Arioston gleichsam persönlich: mit Freuden erkennt er die Verdienste dieses Meisters der Sprache an: er erklärt, von ihm lernen zu wollen was er allein zu Stande zu bringen nicht fähig sei. Sorgfältig sucht er denn Provinzialismen, falsche Ausdrücke die nur den Reim erleichtern wegzuschaffen ([1]): er unterwirft sich bereitwillig dem Gebrauche des vierzehnten Jahrhunderts: weil z. B. Boccaz und Petrarca statt *gli dei* gesagt *i dei,* nimmt er dies durch sein ganzes Buch auf; er hat wohl hundert Verse geändert um *caval* wieder wegzuschaffen, das er statt *cavallo* zu brauchen sich erlaubt hatte. So in unzähligen Fällen.

Nicht minder aber war er auf den freien Flufs seiner Stanze bedacht. Er entfernt Parenthesen welche die Construction unterbrechen, das Zusammenstofsen harter Consonanten, schwere Reime: er vereinigt den Gedanken der die Stanze schliefst und der sich in die drei Verse am Ende ausdehnte, in den rhythmischen Fall der beiden letzten: er versäumt nicht auf das Volk zu hören, das seine Verse gar bald auf den Strafsen sang, und die Veränderungen sich anzueignen die sie im Munde desselben erlebt hatten ([2]). Wie viel Mühe er sich gab, kann man auf der Bibliothek zu Ferrara wahrnehmen. Wer da einmal die Autographen Ariostos und Tassos sah, wird sich ohne Zweifel verwundert haben, zu wie wenig Veränderungen der letzte, obwohl seine Verse mühevoll vollendet scheinen, Veranlassung fand, während die Handschrift Ariostos, für dessen Verdienst die Leichtigkeit gehalten wird, durch unzählige Correcturen und wiederholte Umarbeitungen einzelner Stanzen fast unleserlich geworden ist. Diese Leichtigkeit konnte nur durch grofsen Fleifs erreicht werden. Nur durch den ist es ihm gelungen seiner Sprache eine Reinheit, Angemessenheit, eine schlanke, freie Bewegung zu

---

([1]) Eine sehr merkwürdige Stelle finde ich in Hortensius Landus: *Sferza de scrittori* 1550: „*Quanti errori appartenenti alla volgar grammatica erano già ne primi volumi* (des Orlando) *che si stamparono. Furono poi corrette per opera d'un giovane Sanese che gli era molto amico.*"

([2]) Gianb. Pigna: *Scontri de luoghi i quali M. Ludovico Ariosto mutò dopo la prima impressione.* Am Ende des ersten Bandes derselben Ausgabe von *Orlandini.*

geben, die einen unvergleichlichen Reiz hat. Sie ist ungezwungen, wie im Gespräch, voll Ausdruck und frei von Angewöhnungen oder Willkürlichkeiten. Hierin ist er seinen Vorgängern, selbst dem Bojardo, der noch ungelenk ist und zuweilen etwas von romantischer Manier hat, weit überlegen. Durch diesen sorgsamen Fleifs gelang es Arioston auch die Periode der Stanze erst recht auszubilden. Gerade ihm, dessen Verdienst in dem leichten Unterordnen bezeichnender Nebenumstände unter das Ganze einer Vorstellung besteht, kam dies zu. In der That ist der Flufs ariostischer Verse ein zusammenhangender, von Anfang bis zu Ende ununterbrochener flüchtiger Wohllaut.

Und man mufs nicht glauben, dafs er sich zu dieser angestrengten Bemühung zu zwingen gehabt habe: nein, sie war ihm Natur. Er war ein Mensch der sich innerlich mit seinen Gebilden beschäftigte. Wie er an seinem Blumenbeet, am Garten immer etwas zu bessern und umzuändern fand, so arbeitete er immerfort an seinen Versen. Zuweilen vergafs er die Besserung wieder: zuweilen kehrte er zu der alten Lesart zurück; aber in der Regel behielt er jene bei: auf jeden Fall war er immer damit beschäftigt. Natürlich, wie mit den Versen, so mit den Sachen. Er lebte in seine Gedanken vertieft, so dafs er oft seine Umgebung vergafs. Man hat bemerkt, dafs er zuweilen wenn er gegessen, nicht mehr wufste dafs er es gethan hatte. Es mag wohl gegründet sein, dafs als ihm sein Vater einmal Vorwürfe machte, er sich zu entschuldigen vergafs, indem er nur die Comödie im Sinne hatte an der er arbeitete und in der eine ähnliche Scene vorkommen mufste. Man sah ihn einst zu Ferrara in seinem Hauskleid ankommen: er war von Carpi aus spazieren gegangen, in seine Phantasien verloren die Hälfte des Weges gekommen, und hatte dann, da er sich einmal so weit sah, den fernern Weg wie er war gemacht ([1]).

Von der Natur dieses innerlich bildenden, in sich selber arbeitenden Geistes giebt die Verknüpfung der mancherlei Bestandtheile dieses Werkes zu einem Ganzen Zeugnifs. Es kann hier nicht von der strengern Einheit eines von Einer Idee ausgegangenen zu Einem Zweck harmonisch angelegten, etwa eine einzige grofse Handlung ausführenden Poemes die Rede sein. Wir wis-

---

([1]) Erinnerungen Virginio Aristos bei Barotti *Memorie* I p. 177. Hätte der gute Virginio doch noch ein paar Stunden angewendet um die Capitel auszuführen, deren Inhalt er nur andeutet.

sen, dafs Ariost so zu sagen die Episoden eher machte als das Gedicht. Die Handlung, welche sie jetzt nicht mehr beherrschte sondern nur verknüpfte, setzte er erst darnach dazwischen ([1]). In dieser war ihm genug jene drei Fäden fortzuführen die er von Bojardo herübergenommen; und es ist immer merkwürdig, wie er sich zur Vollendung seiner Fabel gerade des mindest tapferen von allen Paladinen, des Astolfo, bedient. Er weifs ihn noch wunderbarer als sein Vorgänger, und auch mit dem Hippogryphen auszurüsten. Mit dem besteht Astolfo jene seltsam erdachten Abenteuer, die ihn fähig machen Bradamante und Ruggiero von ihrem Zauber zu lösen und ihre Verbindung vorzubereiten, den Orlando seiner Raserei zu entheben, die Saracenen endlich durch die Verwüstung ihres africanischen Gebietes, ein wunderlich ausgestatteter Scipio, zur Heimkehr aus Europa zu nöthigen. Diese überraschend erfundene Auflösung ist ein Beispiel seines Verfahrens. Alle die hundert Erfindungen die nicht von ihm kommen, weifs er mit dem Gewebe das ein Anderer angefangen, geschickt zu verbinden. Er pflegt seine Erzählungen bis auf einen entscheidenden Punct zu bringen, gerade hier, oft zum Verdrufs des Lesers, sie fallen zu lassen, und wenn er diesen durch neue mit den vorigen in Anmuth wetteifernde Fabeln für etwas anderes interessirt hat, allmählig zu den schon in den Hintergrund getretenen zurückzukehren um die verschlungenen Knoten leicht und natürlich zu lösen. Hiebei gefällt ihm, wo möglich immer zu etwas ganz Verschiedenem fortzuschreiten. Zwischen den Schwertern des Mandricard und Rodomont läfst er die zarte Doralice erscheinen: aus dem Unglück der Pariser Belagerung führt er uns zu dem Feste zu Damascus fort: er ist voll reicher, reizender Abwechselung. In diesen Verknüpfungen zeigt er eine unvergleichliche, seinem Talent ganz eigenthümliche Fähigkeit. Man erlaube uns zu glauben, dafs sein der Aufsenwelt vergessendes Dichten und Denken nicht selten diesem Bemühen gewidmet war.

Und so brachte er dieses verwunderungswürdige Werk hervor, um dessen willen ein Jahrhundert seinen Namen dem andern unter denen überliefert die der Vergessenheit entgangen sind. Allenthalben tritt er uns selbst

---

([1]) *Pigna, Vita di Ariosto: Dal che comprender si può qual fosse la via del comporre da lui usata. Primieramente molti episodi atti ad esser allargati raccoglieva in uno, e le azioni poi inframetteva che gli paressero a dare spirito al rimanente bastevole.*

entgegen, ein heiterer Mensch, im Grunde gut, obwohl er nicht einem Begriff oder Ideal, sondern seiner Natur nachlebt, der seine Erfahrungen und Neigungen mit Behagen vor uns enthüllt. Trotz seines romantischen Gegenstandes läfst er uns gar oft den Dichter der Comödien und Satyren wahrnehmen. Die Lebensansicht die vornehmlich den Satyren, welche als Briefe über die Ereignisse des täglichen Lebens anzusehen sind, zu Grunde liegt, eine Verachtung nichtiger menschlicher Bemühungen, eine unschuldige Gesinnung welche Ruhe, Beschränktheit und Einsamkeit liebt, die er nicht ohne leichten Spott über seine Schwächen mit einer Einfalt, Ehrlichkeit und Zutraulichkeit schildert welche der Alten würdig sind, tritt uns auch in dem Orlando entgegen. Nur Einen Mangel, wie auch das gröfste Talent seine Grenze hat, darf man sich hiebei wohl nicht verhehlen. Man könnte von ihm nicht sagen, dafs er irgend eine Tiefe des menschlichen Wesens und der Natur eröffnet habe. Vor gewissen Dingen hat er eine angeborne Scheu. Wohl trägt auch er kein Bedenken z.B. die Zwietracht in Person statt in der Hölle in einem Kloster, unter andern nichtigen Dingen auf dem Mond die Schenkung Constantins finden zu lassen, dem Eremiten schimpfliche Unzucht zuzuschreiben: und dergestalt auch seines Orts kirchlichen Misbräuchen den Krieg zu machen; jedoch von dem gemeinen Weg des Glaubens abzuweichen hält er für eine unthunliche Sache, da der Verstand, wenn er Gott schauen wolle, verwirrt und blind niederfalle. Sein Gebiet ist die sinnliche Anschauung. Wie sehr man bildende Kraft der Phantasie, unerschöpfliche Darstellungsgabe an ihm bewundern mag, so wird man doch, wenn man ihn lange fort liest, höheren Schwung der Seele und wirksames Gefühl für die höchsten Interessen bei ihm vermissen.

Immer werden diese beiden Gedichte, der verliebte und der rasende Roland, als die gelungensten Hervorbringungen italienischer Romantik zu betrachten sein. Dem ersten wird man vielleicht in Erfindung und tieferer Poesie, dem andern in der Ausbildung einzelner Momente, anschaulicher Darstellung, glücklicher Verknüpfung und der Sprache den Preis zuerkennen müssen. Zusammengenommen lassen sie sich mit einem Januskopf vergleichen. Bojardo enthält die Blüthe der Denkweise und der Lebensformen des spätern Mittelalters: Ariosto die erste Entwickelung der modernen Poesie in vollem Glanze.

BERNI.

Wohin aber war nunmehr jene in dem strengen Sinn des kriegerischen Christenthums erfundene, in einfacher Entwickelung ausgeführte Carls Sage gekommen. Nicht allein Fabeln des Mittelalters, von ganz anderm Geiste ausgegangen, nicht allein Mythen des Alterthums ihrem Inhalte nach, sondern auch ausführliche Nachahmungen antiker Dichter und mannigfaltige Bestandtheile des modernen Lebens waren in dieselbe aufgenommen. Gerade damals als es nicht möglich war ihr noch etwas Neues hinzuzufügen ohne sie vollends zu zerstören, warf sich die Menge der Nachahmer auf ähnliche Arbeiten, und sie mufsten belehrt werden, dafs es nicht Jedem gegeben sei auf der Bank des Ariost zu sitzen ([1]). Und doch hatte sich in dem litterarischen Italien eine Gesinnung entwickelt, die schlechterdings einen weitern Fortgang und andere Versuche forderte.

Die drei Bücher des *Orlando inamorato* von Graf M. Matteo Bojardo waren zuerst 1495 erschienen. Was ist merkwürdiger als dafs ehe 40 Jahre um waren, noch bei Lebzeiten Clemens VII ([2]), Francesco Berni, damals eines der Oberhäupter der italienischen Litteratur dies Gedicht durchaus umzuarbeiten unternahm. Heutzutag kennt man in Italien fast nur den Orlando des Berni, und das echte Werk, so glücklich erfunden, so mannigfaltig im Ausdruck, so wahrhaft poetisch es auch ist, gehört zu den versäumten und vergessenen. Noch im neunzehnten Jahrhundert ist jener fünf bis sechs Mal gedruckt worden, während dieses nur noch in Deutschland Ruf hat. Ohne Zweifel war in jenen 40 Jahren in Bildung und Geschmack eine Veränderung eingetreten, die eine solche Umarbeitung wünschenswerth machte, und aus der noch fortdauernden Billigung derselben darf man schliefsen, dafs sich der neue Geschmack seitdem gleichartig weiter entwickelt habe. Um so mehr ist es der Mühe werth die Unterschiede aufzusuchen die zwischen beiden Gedichten bestehn.

Es würde aber überflüssig sein sie dort zu beobachten wo etwa die Härten, die im Bojardo stehn geblieben, zurückgeschoben und eine correc-

---

([1]) *Niccolò Franco, Dialoghi piacevolissimi* III 65.

([2]) Berni sagt XIV 28. *Sì che il Settimo mio Signor Clemente*
Vivesse anni piu lieti e piu beati
Che vissuti non ha fin al presente.

tere Sprache hergestellt worden: einmal weil Berni seinem Vorgänger da doch nur den Dienst leistete den Ariosto sich in den spätern Ausgaben selber erwies; sodann aber, weil er in der Regel auch den Sinn ändert, nicht allein den Ausdruck. Ohne die Öconomie des Gedichtes umzugestalten, ohne mehr als zwei bis drei Einschaltungen hinzuzufügen oder etwas Bedeutendes wegzulassen, macht er das Werk doch wesentlich zu einem andern.

Und zuerst bemerken wir dafs es ihm gefällt den Ausdruck seines Autors zu amplificiren. Wenn bei Bojardo Angelica der Morgenstern scheint, die Lilie des Gartens, die Rose vom Beet, so scheint sie bei Berni der leuchtende Stern im Osten, ja um die Wahrheit zu sagen die Sonne (1). Bojardo läfst sie unter jene Frauen am Hofe Carls treten ,,welche gütig sind, schöner als er sage, Brunnen der Tugend, von denen aber jede nur so lange schön bleibt bis diese Blume sich zeigt, welche den Preis davonträgt"; bei Berni sind dies Frauen, von denen die eine Pallas, die andere Diana scheint, über jede menschliche Vorstellung hinaus schön, bis diese lebende Sonne sich zeigt, welche den Andern thut was unsere Sonne den Sternen. Ziliante, der Liebling der Morgana, ist bei Bojardo sehr gewandt und schön, in seinem Antlitz voll Anmuth, zierlich und sauber in seiner Kleidung, verbindlich und höflich in seiner Rede: er gereicht der Morgana zu hohem Trost: sie schaut in sein schönes Gesicht als in einen Spiegel. Bei Berni ist dieser Ziliante auf eine Weise schön dafs es nicht die Schönheit eines Sterblichen scheint, ein Kleinod, dessen Raub man einer Frau verzeihen kann: sie verzehrt sich wie Schnee oder Eis wenn sie in sein Gesicht sieht.

Schon hier bemerkt man wie sehr Berni das Allgemeingültige dem Besondern vorzieht. Vornehmlich in Characterschilderungen ist dies auffalland: er verwischt die kleinen Züge geflissentlich. Dort z. B. wo Rinald, freudig zu Thaten und jugendlich bescheiden, von Carln die Anführung be-

---

(1) Bojardo: *Essa sembrava matutina stella*
E giglio d'orto e rosa de verzieri,
In somma a dir di lei la veritade
Non fu veduta mai tanta beltade.

Berni: *Parea l'oriental lucida stella,*
Anzi parea il sole, a dir il vero,
O s'altro è bel, fra le cose create
Non fu veduta mai tanta beltate.

kommt, niederkniet und spricht: ich will mich bemühen, hoher Herr, mich so grofser Ehre würdig zu machen, läfst ihn Berni schlechtweg „eine schöne Rede halten." Bei Bojardo weifs er Jedermann sich sittig zu erbieten; bei Berni „die Ceremonien sehr wohl zu machen." Bei der Schilderung des Astolf läfst Berni gerade weg, dafs dieser sich immer zu entschuldigen weifs, und das nächste Mal, ohne Arg, das nemliche thut. Orlando und Ferrau kämpfen: „Ihr könnt denken, sagt Bojardo, ob Orlando zornig war; von Ferrau sag ich nichts, denn so lang er lebte war er nie ohne Zorn." Berni sagt: „es war ein Kampf zwischen einem Stolzen und einem nicht Sanften."

Dies greift dann in die Schilderung aller Begebenheiten und Zustände über. Das eigentlich Unterscheidende derselben vermeidet Berni darzustellen. Wie Ferrau hört dafs sein Vaterland verwüstet werde, sein Vater gefangen sei und verlangende Hände nach ihm ausstrecke, bedenkt sich der Stürmische bei Bojardo natürlich nicht: er eilt dahin wie der Sturmwind: eine Stunde scheint ihm so lang wie hundert bis er sich mit dem Feinde messe. Berni dagegen gefällt sich ausführlich zu schildern wie er Liebe und Pietät auf die Wage gelegt habe: Ferrau beträgt sich bei ihm eben auch wie jeder Andere. Die Angelica Bojardos bescheidet sich des trefflichen Rinald nicht würdig zu sein, doch sollte er nicht zürnen geliebt zu werden; bei Berni ruft sie nur im Allgemeinen aus: „wo sei ein Herz so hart um diesen Bitten zu widerstehn, eine Bestie so wild und hartnäckig um nicht geliebt werden zu wollen." Die zarte Neigung Ruggieros wird dahin erweitert dafs der Jüngling alle Sinne verloren habe. Selbst die Nebenumstände die sich gleichsam selber darstellen verwirft er. Bojardo: Sie steigen die Berge immer aufwärts, bis sie Aragonien unter sich rauchen sehen [1]; Berni: „Sie haben schon so viel Land zurückgelegt." Dies ist die Weise in der das ganze Buch umgearbeitet ist.

Hiebei versteht es sich gleichsam von selbst dafs der Hintergrund den das Gedicht in der Mythe des Mittelalters hatte hinweggenommen wird. Die Vergleichungen mit Tristan und Isolde läfst Berni ausdrücklich weg wo er sie findet; von Artus und der Tafelrunde will er nicht viel wissen. Seine

---

[1] Bojardo: *Montano l'alpe sempre andando in suso:*
Berni: *Passato han gia tanto spatio di terra.* —
Es ist die Reisekarte ohne Berge.

Heroen sind Theseus, Bellerophon, Hercules. Er hütet sich wohl von jenem Ritter Dolisi der die Circella überwindet zu erzählen: er nennt ihn geradezu Ulysses, einen Mann von Tapferkeit. Gar viele Züge welche einem Gedicht das den Kampf des Christenthums wider die Saracenen zum Gegenstand hat, an sich nicht unangemessen sind — z. B. wenn es bei dem frühen Tod des Argalia heifst: es fehlte ihm nichts als unser Glaube, oder wenn Orlando für den Gegner, den er noch getauft hat, mit gefaltenen Händen betet — kann er nicht leiden, und verbannt sie ohne Weiteres.

Genug, durch und durch, in den Beschreibungen der Charactere, Ereignisse, Zustände, in dem allgemeinen Sinne und dem Auffassen des Einzelnen verändert Berni das ihm vorliegende Werk; statt des bezeichnenden Ausdruckes flicht er Concetti oder florentinische Sprüchwörter ein (1); an dem alten Stoff macht er eine ganz neue Behandlungsart geltend.

Wollen wir sie im Allgemeinen bezeichnen, so dürfen wir vielleicht sagen, dafs die alte Darstellungsweise auf Anschauung, die neue auf Reflexion gegründet war. Jene ergriff das Besondere, Individuelle als ein ursprünglich Unterschiedenes, diese das Allgemeine, der Gattung Angehörige, was allerdings alle Mal ein Abstractum ist, und fafste die Unterschiede gleichsam als Grade. Daher mag es kommen, dafs während jene, das Partielle verfolgend, hie und da einem der Abstraction gewohnten Geiste unleidlich wird, diese, in jedem Fall immer ein Höchstes zu bezeichnen suchend, auf die Letzt nur allzu einförmig ausfällt. In den Tagen Bernis fing die Manier der Reflexion den Gebildeten des Jahrhunderts, welche vornehmlich das lateinische Alterthum studirten und z. B. Virgil in der Regel höher hielten als Homer, fast ausschliefsend zuzusagen an. Besonders das rhetorische Verdienst ward geschätzt. Zugleich machte sich in der Gesellschaft eine Sinnesweise geltend welche das Decorum in der jedes Mal beliebten Form als eine Pflicht forderte und die Darstellung des Eigenthümlichen nur in so fern erlaubte als sie jenem nicht widersprach. Diese veränderte Sin-

---

(1) Bojardo: *Non non, rispose crollando la testa*
Lo ardito Ferrau, non vi pensare.
Berni: *Tu non hai ben la retorica studiato,*
Respose quel pagan ch'è di mal seme.

So finden wir bei Berni: „*Nel cader era alquanto latino*": oder „*Viene il soccorso di Pisa*" d. h. die Hülfe bleibt aus: oder „*Va per dargli l'ultime vivande*" er will ihn tödten u. s. w.

nesweise wollte auch ihre poetische Darstellung. Wir sagen nicht geradezu dafs sie derselben unfähig sei. Allein eine andere Frage ist ob man recht that, Gedichte in ganz anderm Sinn erfunden, in ganz anderer Weise ausgeführt den Forderungen die man jetzo machte gemäfs zu bearbeiten: so merkwürdig das Product auch ist das hiedurch zu Stande kam, so konnte es doch höheren Forderungen niemals genügen.

BERNARDO TASSO UND LUIGI ALAMANNI.

Wenn dennoch zwei namhafte Dichter kurz nach einander, zwischen 1546 und 1557, etwas ganz Ähnliches versuchten, Bernardo Tasso, indem er den Amadis aus der spanischen, Luigi Alamanni, indem er Giron le courtois aus der französischen Prosa in toscanische Reime brachte, so müssen wir noch einen Augenblick stehn bleiben um das Verfahren das diese beobachteten wahrzunehmen.

Zuerst fragen wir, ob sie nicht ihre Originale im Wesentlichen umdichteten. In wie fern Alamanni dies that, wird sich aus der Betrachtung eines einzigen Falles ergeben.

Das Gewebe des alten Romans von Giron beruht vornehmlich auf dem Verhältnifs des Helden zum Freund und zur Geliebten und auf dem innern Conflict in welchen er dadurch in seiner Seele geräth. Giron liebt das Weib seines Waffenbruders Danayn, und der Moment wo er in seinem verrätherischen Beginnen durch die Inschrift seines Schwertes (1) betroffen und Hand an sich selber zu legen bewogen wird, ist der Mittelpunct in der ersten Handlung des Buches. Darauf geräth Danayn in eine ähnliche Versuchung, besteht aber nur allzu schlecht: er raubt dem Freunde die Schöne, zu deren Herbeiführung er gesendet war. Der Roman erzählt, unter welchen Gefahren und Abenteuern Giron den Danayn sucht, wie er ihn endlich trifft, mit ihm kämpft, ihn besiegt und ihm das Leben schenkt. Allein höchst auffallend ist, dafs der Hauptmoment der die Fabel verknüpft,

---

(1) Wenn man auf dem Schwerte das Innocenz VIII 1490 dem Landgrafen Wilhelm von Hessen schenkte, in dem Museum zu Cassel, von der etwas unleserlich gewordenen Inschrift die Züge unterscheidet: *Le aute passe tout*; so ist dies wohl nicht zu ergänzen: *La beauté passe tout*, wie man versucht hat; sondern es möchte vielmehr die altberühmte Inschrift von Girons Schwert sein: *Loyauté passe tout*, an welche zu erinnern einem Papst wohl geziemt.

vom Verrathe des Danayn, auf welchen man doch unzählige Mal zurückkommt, nur ganz im Vorbeigehn angedeutet wird. Da nun der alte Pariser Druck von pag. CX auf CCI überspringt, da die Erzählung die wir vermissen gerade in diese Lücke fallen mufste, da auch andere Beziehungen auf etwas deuten das an derselben Stelle ausgefallen ([1]), so sollte man vermuthen, dafs jener Mangel mehr ein Fehler des Druckes als des Autors sei. Ich kann nicht entscheiden, ob er vielleicht dem Zusammenhang zuzuschreiben ist in welchem Giron ursprünglich mit Meliadus steht, da ich keinen alten Meliadus gesehen habe: auf jeden Fall aber ist die Lücke für die Anschauung der Fabel im Ganzen unerträglich. Sollte man nicht erwarten, dafs Alamanni sie auf irgend eine Weise auszufüllen, den Hauptmoment, auf welchem die Folge seiner Erzählung beruht, zu entwickeln versuchen würde? Wir finden davon nichts. Wie er Capitel für Capitel in seine toscanischen Verse bringt, übersetzt er auch ohne allen Anstofs, ohne sich umzusehen die summarische Erwähnung von Danayns Frevelthat, ohne daran zu denken, dafs alles was folgt sich hieran knüpft. Auch übrigens war er zwar am Anfang und Ende, wo der Zusammenhang dieses Romans mit einem andern allzu deutlich hervortritt, zu einigen Änderungen genöthigt; im eigentlichen Werke folgt er seinem Autor allenthalben ohne abzuweichen nach.

Es könnte scheinen, als sei Bernardo Tasso ganz anders verfahren. Wenigstens verflicht er allenthalben in die Abenteuer des Amadis eine andere Fabel von Mirinda und Floridante. In Wahrheit aber, diese blieb ein jenen so fremdes Element, dafs Torquato Bernardos Sohn die sie betreffenden Episoden aus dem Amadis herausnahm, mit einigen Ergänzungen zusammenstellte die er noch in des Vaters Nachlafs fand, und im Jahr 1587 das Ganze als ein völlig unabhängiges Gedicht erscheinen liefs. Dem Stoffe des Amadis ward durch die neue Fabel nichts hinzugefügt was ihn wesentlich berührt hätte. Bernardo Tasso folgt seinem Autor, etwa auch hier den Anfang ausgenommen, Schritt für Schritt nach.

Ein selbständiges Ergreifen der Fabeln läfst sich an diesen Dichtern demnach nicht wahrnehmen: schöpferische Poesie hat an ihren Werken

---

([1]) Z. B. pag. CCIII erzählt Giron was ihm den Tag zuvor geschehen sei: *Il commence maintenant a dir tout ce que le (vilain) chevalier luy avait fait devant son pavillon etc.*, von welchem Factum in unserm Drucke keine Meldung.

wenig Antheil: betrachten wir in welchem Geiste ihre Behandlung übrigens unternommen ward.

Dann ist das Verhältnifs merkwürdig in welchem sie ihre persönliche Stellung in dem Gedichte hervortreten lassen. Wie Tasso, auf Antrieb neapolitanischer Fürsten und Machthaber, damals von Spanien abhängig, den am eigenthümlichsten spanischen Roman ergriff: so liefs sich Alamanni durch Franz I, in dessen Schutz er sich mit andern ausgewanderten Florentinern begeben hatte, zur Bearbeitung des in Sinn und Wesen vielleicht am echtesten französischen Romanes veranlassen. Wie nun dieser sein Werk unter andern zur Verherrlichung Franz I und seines Hofes anlegte — er gesteht es ausdrücklich, — so sah es jener auf eine poetische Erhebung Carls V ab. Es ist auffallend wie sich die Poeten in dem Lobe dieser beiden berühmten Gegner begegnen: wie einer und der andere versichert, der Name seines Helden werde die Geschichtsbücher füllen ([1]): man werde ihm die schönsten Zeiten, blühend in edlen Werken, verdanken: wie, nachdem Alamanni alsdann mehr die innern Einrichtungen, Tasso mehr die glücklichen Kriegsthaten seines Helden hervorgehoben, Beide darin übereinkommen dafs Jeder dem Sohne des seinigen die Eroberung des heiligen Grabes prophezeit. Übrigens führt Tasso in einer dem Ariosto augenscheinlich nachgebildeten Stelle die ganze Schaar seiner Freunde in das Gedicht ein.

Diesen modernen Beziehungen fügen sie antike Reminiscenzen in grofser Fülle bei. Bei Tasso finden wir nicht allein den ganzen Olymp sondern auch Camilla und Penthesilea, deren Ruhmesflamme noch leuchte, die Furien mit Schlangen behaart, den thracischen Orpheus, der sich nach der Eurydice sehnt. Über die Schönheit seines Amadis seufzt Ebne und Berg: ihn möchten zum Eidam haben Tethys und der Ocean mit dem ganzen Meer. Derselbe Amadis aber zweifelt ob für seine Geliebte die Verdienste eines Caesar und Achilles grofs genug sein würden. Bei Giron scheint von zwei Kämpfern ein Jedweder nicht allein ein Tydid, ein Ajax, ein Hector, ein Achilles, sondern ein Mars: Scythien und Numidien sind wegen der Tugend

---

([1]) Alamanni libro XIII. *Quante carte honorate s'empieranno*
Di dottissimo inchiostro a suo gran nome.

Tasso libro XLVII. *— Di colui ben colti carmi*
Lucide historie, che fian sempre nuove,
Il nome loderan.

Girons mit Neid erfüllt: keinen lybischen Tiger, keinen hyrcanischen Löwen kann man sich denken der dem Helden gleich sei. Diese Werke sind mit Anspielungen auf das Alterthum von Anfang bis Ende durchwebt. Zu ausführlichen Nachahmungen haben sie bei der Treue, mit der sie ihren Originalen folgen, wenig Raum. Doch bemerkt man z. B. in der Unterweisung Galaoros durch Perione bei Tasso die Nachahmung einer Stelle des Claudian, und in den Vergleichungen begegnet man wohlbekannten Stellen lateinischer Classiker bei dem einen wie bei dem andern nur zu oft.

Noch weit mehr aber ist Sinn und Geschmack des Jahrhunderts in unsere Poeten eingedrungen: und diesen den Werken mitzutheilen die ihnen vorliegen ist ihre eigentliche Arbeit.

Kleiner Umstände zu gedenken enthalten sie sich selbst da wo diese für Personen oder Sachen bezeichnend wären. Es ist dem Amadis eigen dafs seine Kraft im Kampfe zunimmt, und hieran läfst das Original die Kampfrichter erinnern wie sie ihn in grofser Gefahr sehen (1); bei Tasso dagegen sagt man ihnen nur: sein Muth ist unendlich, seine Stärke die äufserste. Giron hat das Besondere dafs er seinen Feinden Anfangs oft lächelnd und mit wenig Ansehen von Muth antwortet: Alamanni verwischt dies und läfst ihn immer mit dem nöthigen Selbstbewufstein auftreten.

Damit hängt zusammen dafs sie die Entwickelungen der Ereignisse oft nur summarisch behandeln. Die beiden alten Romane sind durch die Fülle eines naiven, aus sich selbst aufwachsenden, das Gemüth darstellenden Gespräches ausgezeichnet. Wie sehr hier das Italienische verwischt, kann man an einer Vergleichung des Ritterschlags, der Erkennung des Amadis bei Tasso und im Spanischen wahrnehmen. Wie Giron im Begriff ist Danayn zu tödten, vernachlässigt Alamanni das ganze Gespräch das zwischen ihnen vorfällt, obwohl gerade hiedurch gezeigt werden soll, wie Giron seine Leidenschaft bei der Erinnerung an das Gesetz überwindet. Aber selbst wenn Galaor und Florestan sich aus Eifersucht auf den Ruhm des Amadis tapfer zeigen, wenn Amadis das Schwert des Königs anzunehmen ablehnt, weil dieser es nie zu einem Zweikampf zu leihen gelobt hatte, gefällt es dem Erneuerer besser die Erfolge ohne dergleichen bestimmende Gründe zu erzählen.

---

(1) *Sempre parece* (im Kampf) *que la fuerça se le dobla*, sagt der Roman; Bernardo: *Infinito è suo ardir, la forza estrema.*

Dagegen substituiren sie dem einfachen Ausdruck — dessen sich der Autor des Amadis wenigstens bewufst ist: er sagt, er wähle ihn darum, weil Jugend und Leidenschaft sich einfach ausdrücke (1) — wo möglich das Glänzende. In die heitere Unschuld einer ersten Neigung zwischen Amadis und Oriana bringt Bernardo Tasso den ganzen Prunk antiker Erinnerung. So sieht er nach ihr ,,wie der Steuermann, wenn das aegeische Meer von entzweiten Winden gepeitscht wüthet und brauset, wenn das Schiff seufzt als wollte es sich über seine Mühsale beklagen, wie er dann die Augen auf den festen Stern, seine sichere Hoffnung, richtet und sein kühnes Fahrzeug dahin lenkt wo derselbe die nahe Küste hoffen läfst." Den Zweikampf zwischen Amadis und Canileo schildert der Spanier leichthin: schon von dem ersten Zusammentreffen sagt B. Tasso, er wisse nicht womit ihn vergleichen, zu wenig sei es mit Blitz und Donner, mit dem Wetterschlag der die Mauer niederwirft; wie sie aber dann zu den Schwertern greifen, und dem Spanier zufolge die Funken von Helm und Schwert sprühen, so dafs sie zu brennen scheinen, fährt er fort: ,,die ganze Stadt scheine zu Grund zu gehn: Meer und Küste dröhne: Abila und Calpe höre den Lärm und was hinter diesen Alpen: die Luft, ungewohnt eine solche Unbill zu erleiden, zische und murre: das Schwert scheine ein von höchsten Sphären niederfahrender Feuerstrahl." So ermüdet auch Alamanni nicht, die Schlacht mit dem Zusammentreffen der Winde und dem Sturm, den Zweikampf mit dem Streit von Stieren um ihre brüllenden Bräute zu vergleichen.

Das Allgemeine ist ihr Element. Ich bemerke, dafs sie sich, wie viele andere italienische Poeten, in einer nur sehr allgemein gehaltenen, aber oft ausschweifenden Beschreibung der Liebe, in einer Erinnerung an die alte Fabel des Amor gefallen. Es ist doch sehr besonders, dafs dort wo im Original Giron, wie Danayn sich ihm nähert, durch das Wiehern seines Pferdes aus seinen Gedanken aufgeschreckt wird und Danayn erkennt (2), statt dieses natürlichen Zuges bei Alamanni Amor es sein mufs, der zwar selber

(1) *A cada cosa se deve dar lo que le convien.*

(2) Giron le courtois: *Avoit laissé son penser par le hannissement du cheval.* Alamanni:
Tosto il geloso amor, ch'è per se cieco
Ma fa più che cervier veder altrui,
A buon Giron mostrò chi fu costui.

blind, aber Andern das Auge schärft, durch welchen Giron seinen Nebenbuhler erkennt. An der Stelle des in seiner Einfachheit wohlgehaltenen Gespräches zwischen Giron und der Dame von Malvane setzt Alamanni nur allgemeine Ausführungen von Amor, der aus dem steinigen Gebirg eine grasige Wiese mache, der auch Giron den Arm erhoben und das Schwert geschwungen, der ihn bald entzünde bald erkälte. So beschreibt Bernardo Tasso, wie Amor, in Oriana's Augen verborgen, diese so lieblich bewegt, dafs er dem Amadis Seufzer ablockt, aber auch das Fräulein nicht lange stolz dahingehn läfst, sondern ihr Herz mit dem Pfeile durchbohrt mit dem er selbst über den grofsen Jupiter und andere Götter gesiegt hat, und was dergleichen Thorheiten mehr sind, denen doch in wahrer Leidenschaft nichts entspricht, die man wohl gesagt sein lassen kann, aber darum nicht zu wiederholen braucht.

Ist nun in diesem Bemühen eine von der Anschauung des Besonderen abgewandte, von den Eindrücken des Allgemeinen durchdrungene Sinnesweise thätig, so ist dieselbe doch weit entfernt den fremden Stoff zu überwältigen; in der Betrachtung dieser Werke fällt uns nur der Contrast auf, in welchem sich die Behandlung mit ihrem Gegenstande befindet.

In der Entwickelung der Gesinnung des Jahrhunderts aber, in wie fern sie sich in dieser Gattung poetischer Werke ausspricht, tritt uns hier ein neuer Moment entgegen; neue Forderungen werden gemacht. In Hinsicht auf den Gegenstand die des Ernstes und der Tugend: in Hinsicht auf die Behandlung die der Einheit. Die erste stellt sich seit der Mitte des Jahrhunderts in allen Zweigen der italienischen Litteratur dar; wie denn überhaupt Sitte und Lehre durch die erwachte Beaufsichtigung der Kirche um vieles strenger wurden. Darum wählten unsre Poeten die Erzählungen von den musterhaftesten Rittern zum Gegenstand ihres Fleifses. Bernardo Tasso den Amadis, von dem sein Sohn Torquato urtheilt, Dante würde sein verwerfendes Urtheil gegen diese Romane verändert haben, hätte er den Amadis von Gallien oder Grecia gelesen: so viel Adel und Standhaftigkeit erscheine darin. Alamanni aber bearbeitete Giron in der Absicht, an diesem Beispiele, wie er sagt, der Jugend zu zeigen wie man Hunger und Nachtwachen, Kälte und Sonnenschein zu ertragen, die Waffen zu führen, gegen Jedermann Gerechtigkeit und Frömmigkeit auszuüben und Beleidigungen zu vergeben habe: das böse Beispiel erwähne er nur damit man es fliehen lerne.

Die andere Forderung war ohne Zweifel von der Beschäftigung mit den lateinischen Dichtern hauptsächlich mit Virgil veranlafst. Indem man diese Muster vor Augen hatte, glaubte man weder die moralischen Einleitungen noch die steten Übergänge von einer Fabel zu der andern noch jenes mannigfach zertheilte Interesse, das noch Berni beibehalten, länger dulden zu dürfen. Alamanni hatte Muth genug die Einleitungen wegzulassen und eine einzige Fabel ohne besondere Einmischung fremdartiger Ereignisse von Anfang bis zu Ende fortzuführen. Freilich war sein Erfolg nicht geeignet Andere zu einem ähnlichen Verfahren aufzumuntern. Jedoch auch Bernardo Tasso hatte Unrecht sich durch denselben abschrecken zu lassen das zu thun was nun doch einmal gethan sein mufste. Er hatte sein Gedicht anfangs ganz eben so angelegt: und wenn es keine Wirkung hervorbrachte, so lag das ohne Zweifel an ganz andern Dingen als an dem Versuch einer einheitvollen Darstellung. Er ist wohl im Ganzen lebhafter und geistreicher als Alamanni, seine Verse sind wohllautender und periodischer gerundet; jedoch seiner Erzählung mangelt das innere eigene Leben. Da konnte es ihm wenig helfen dafs er seine Einheit wieder zerstörte, indem er eine fremde Fabel der alten einflocht; und seine bizarren Einleitungen, in denen er sich die nemliche Sache jedes Mal anders zu sagen befleifsigt, konnten ihn nicht halten.

Wie wenig aber auch diese Gedichte gelungen sind, so sind und bleiben sie doch, wie gesagt, für die historische Betrachtung höchst merkwürdig. Die Eigenthümlichkeiten des Romanzo, Mythe des Mittelalters, naive Darstellung, sinnlicher Reiz, Abwechselung, sind vernichtet. Dagegen sind die Fictionen des Alterthums, so zu sagen, zur Alleinherrschaft gelangt; der Bezug auf die Gegenwart erhält sich: die Darstellung ist auf Reflexion gegründet, und strebt nach rhetorischem Glanze: die Fabel soll zur Einheit erhoben werden, und das ganze Gedicht einen ernsten und würdigen Eindruck hervorbringen.

TORQUATO TASSO.

Es liegt am Tage, dafs die Tendenz jener Zeit schon nach einem ganz anderen Ziele hinging als welches auf diesem Wege zu erreichen war.

Wenn man sich der Antike in Ton und Geist der Bearbeitung so nahe anschlofs, warum ahmte man sie nicht auch im Grofsen und Ganzen nach? Warum ergriff man nicht gleich von Anfang diesem Geist angemes-

sene antike Stoffe? Warum versuchte man nicht geradezu epische Gedichte im Sinne der Alten?

In der That konnte dies nicht ausbleiben. Es traten Dichter auf welche sich streng an das Muster der Alten ja an die Regeln des Aristoteles banden. Der Costante des Bolognetti, der Ercole des Giraldi machen den Anspruch eigentliche Heldengedichte zu sein. Ohne Zweifel das merkwürdigste Werk in dieser Gattung ist die *Italia liberata* von Johann Georg Trissin. Trissin war ein grofser Nachahmer der Alten; er hat Tragödien mit dem antiken Chor, theokriteische Idyllen, horazische Oden versucht; er hat es sich endlich zwanzig Jahre Arbeit kosten lassen um seine Nation mit einer echten Epopee zu bereichern. Er hielt sich hiebei so nah wie möglich an Homer: er wählte sogar den reimlosen Vers.

Alle diese Arbeiten aber hatten nicht den mindesten Erfolg. — Das Publicum war nun einmal an die Ottave gewöhnt: es hatte keinen Sinn mehr für die naive Darstellungsweise, wie sie Trissin wieder aufbrachte; die Regelrechtigkeit schien ihm ermüdend und langweilig; diese Dichter scheiterten vollständig.

Es giebt Epochen in dem Leben eines Volkes, in denen die Lösung einer literarischen, einer poetischen Aufgabe eine allgemeine Nationalangelegenheit wird. Das damalige Italien, wo sich der Geschmack von der romantischen Dichtungsweise so entschieden abgewandt hatte, wurde lebhaft von der Frage beschäftigt, ob es in einer neuen Sprache ein Epos nach dem Muster der Alten überhaupt geben könne. Nachdem jene Versuche mifslungen, hielt man fast dafür, es sei unmöglich. Unter andern glaubte man zu finden, dafs der hexametrische Rhythmus und ein gröfserer Consonantenreichthum das Latein zu einem kriegerischen, einem Heldengedicht, welches allerdings Einheit fordere; die gröfsere Fülle der Vocale dagegen und der Reim das Italienische zum Ausdruck der Liebe, der nur in einem weniger streng gehaltenen Poëme möglich sei, geeigneter mache. Jedoch auch die entgegengesetzte Meinung behielt ihre Verfechter. Wenn Vida einen Dichter erziehen will, gleichviel in welcher Sprache, so läfst er ihn vor allem Virgil studiren, den er den unbezweifelten Sohn des Apollo nennt: vor allem, ruft er aus, verehre den Maro, ihm folge allein und wandle auf seinen Fufstapfen. Vidas Poetik schliefst mit einer Art Apotheose dieses Dichters. Die Poetik des Aristoteles ward auf den Universitäten erklärt, und man konnte

sich noch so wenig in dieser Disciplin wie in andern von seiner Autorität losmachen. Seine Aussprüche wurden den Gesetzen der Natur gleich geachtet.

In diesem Augenblicke faſste ein junger Mensch, von achtzehn Jahren, der aber bereits von diesen litterarischen Streitigkeiten mannigfaltig berührt worden, die Absicht ein Heldengedicht zu versuchen, doch auf einem neuen, von allen bisherigen abweichenden Wege.

Es war der Sohn Bernardo Tassos, Torquato Tasso, der damals auf der Universität Padua studirte. Bernardo hatte gewünscht, sein Sohn möchte sich juridischen Studien und nachher einer denselben angemessenen Laufbahn widmen. Wollen wir aber die Wahrheit sagen, so hatte die Erziehung die der Jüngling empfangen, ihn nicht dazu vorbereiten können. Bernardo führte ein herumirrendes Leben: Torquato begleitete ihn, wie Ascanius, sagt er einmal, den Aeneas. Aus einer Jesuitenschule in Neapel war er in seinem zehnten Jahre nach Rom gebracht worden; von da hatte er seinen Vater erst nach Bergamo, dann nach Pesaro, endlich nach Venedig begleitet: halb Italien hatten sie durchstreift. Diese Unstätigkeit des Aufenthalts, die damit verbundene Mannigfaltigkeit der Eindrücke, die Stimmungen wie sie in Verbannten abwechseln, zumal so lange sie noch hoffen und von irgend einer günstigen Wendung der Dinge, einem zufälligen Ereigniſs ihr Glück erwarten, konnte keine Neigung zu ernsten abgezogenen Studien in ihm pflegen. Überdies hatte er von früh auf an den poetischen Arbeiten seines Vaters Theil genommen: er hatte ihm einige Abschnitte des Amadigi ins Reine geschrieben, die Correspondenz — damals ein so bedeutender Theil der litterarischen Thätigkeit — besorgen helfen: hiedurch war frühzeitig sein eigenes Talent erweckt worden: dem dann ein empfängliches, reizbares, zu Liebe und Melancholie geneigtes Gemüth reichlich Stoff und Nahrung gab: von dem Reize der für den jugendlichen Ehrgeiz in der Beschäftigung mit der Litteratur liegt, war er ergriffen und hingerissen. Wie natürlich daſs nun eine etwas trockene Beschäftigung ihn nicht anzog, daſs die Vorlesungen Pancirolos keinen Eindruck auf ihn machten: er wollte das Jus gar nicht einmal als eine Wissenschaft anerkennen: seine Seele war schon von einem Gegenstande erfüllt und gefesselt. Nach einem kleineren Versuche, in dem er sein Talent erprobte, faſste er den Plan der sein ganzes Leben erfüllt, dessen Ausführung ihn den berühmten Namen aller Zeiten beigesellt hat.

Er beschlofs die Eroberung Jerusalems in dem ersten Kreuzzuge zum Gegenstand eines Heldengedichts zu machen.

Auch ein poetisches Werk wird in den Zuständen der neuern Zeit ohne ernstliche innere Anstrengung schwerlich zu besonderer Bedeutung gelangen: Tasso wenigstens versäumte nicht sich mit Eifer und Nachdenken zur Ausführung seines Entwurfes vorzubereiten. Er widmete sich philosophischen, poetischen, litterarischen Studien: er versäumte nicht sich mit den Zeitgenossen in Berührung zu setzen welche sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigten, und seine Meinung gegen die ihre zu erproben. Schon war er einst während eines Aufenthaltes in Urbino zur Composition geschritten, als er es für gerathen hielt noch einmal zu theoretischen Vorbereitungen zurückzukehren. Er ist einer von den wenigen productiven Geistern die von der Theorie ausgegangen sind und zuvörderst diese in sich auszubilden, zu voller Überzeugung zu bringen gesucht haben. In seinem einundzwanzigsten Jahre, 1564, verfafste er eine ausführliche Abhandlung über das heroische Gedicht — *Discorsi del poema heroico* — die wohl nicht gerade wegen einer besonders tiefen und in sich bedeutenden Ergründung des Gegenstandes merkwürdig ist, sondern dadurch, dafs sie uns die Gedanken eröffnet die seiner poetischen Arbeit vorausgingen und derselben zu Grunde liegen.

In jenem Streite zwischen Epos und Romanzo hatte sich in Tasso die Meinung entwickelt, und dies ist die vornehmste Idee die er vorträgt, dafs es möglich sei die Vorzüge beider Gattungen zu vereinigen. „Das grofse Publicum," sagt er, „verwerfe die Einheit der Fabel, aber nur darum weil es in den Gedichten, wo man sie beobachtet habe, zugleich auf unpassende Sitten und unglückliche Erfindungen stofse. Dagegen werde von den Gelehrten die Mannigfaltigkeit ritterlicher Abenteuer verschmäht hauptsächlich deshalb weil in den Werken wo sie vorkomme die Muster des Alterthums und seine Regeln verletzt seien. Frage man ihn, wen man nachahmen solle, die alten Epiker oder die modernen Romanzatoren, so sei er der Meinung, dafs man sich beiden anzunähern habe." Und so unterwirft er sich den Regeln des Aristoteles: er erkennt die Mustergültigkeit Virgils an; aber er hält zugleich dafür, die Einheit, Würde und Wahrscheinlichkeit der Antike lasse sich recht gut mit modernen Gebräuchen und romantischen Dichtungen vereinigen. Er findet diese Ansicht auch von einem höheren Standpunct aus zu

rechtfertigen. „Die Welt," sagt er, „ist so höchst mannigfaltig, und doch ist es ein einziger Knoten der alle ihre Theile in einmüthiger Zwietracht verbindet. Der Poet heifst darum göttlich weil er sich dem höchsten Werkmeister nähert. Ohne Zweifel kann er ein Gedicht bilden in welchem man wie in einer kleinen Welt hier Rüstungen, Schlachten zu Land und See, Eroberungen, Duelle, Turniere, Beschreibungen von Stürmen und Feuersbrünsten, Hunger und Durst, dort aber Versammlungen im Himmel und in der Hölle, Entzweiungen, Irrfahrten, Abenteuer, Zaubereien, grausame und kühne Thaten, Courtoisie und Edelmuth, glückliche und unglückliche Ereignisse der Liebe findet, und worin doch alles auf eine Weise verknüpft wird dafs eins von dem andern mit Nothwendigkeit oder Wahrscheinlichkeit abhängt und alles eine Einheit bildet."

Es waren diese und ähnliche Gedanken die der junge Poet seinem Vater, der für seine letzten Jahre eine Freistatt in Mantua gefunden, bei einem Besuche daselbst vortrug. Bernardo hatte im Amadigi andere Grundsätze befolgt, und, wie berührt, die Einheit die in seinem Stoffe lag, absichtlich wieder zerstört, in der Meinung dafs sie bei dem Publicum keinen Beifall finden würde. Torquato legte ihm jetzt seine Theorie mit alle dem Eifer eines von einer neuen Ansicht ergriffenen jugendlichen Geistes vor, und es scheint wohl als habe ihm der Vater zuletzt Recht gegeben. Bernardo sagte, die Liebe zu seinem Sohne vertilge in ihm die Vorliebe die er für sein Gedicht hege: die Unvergänglichkeit seines eigenen Namens liege ihm nicht so sehr am Herzen wie das Ansehen und der Ruhm seines Sohnes.

Dergestalt in seinen Meinungen befestigt, ging Torquato Tasso, als er im Jahr 1565 einen Platz an dem Hofe von Ferrara gefunden, an die Ausführung seines Werkes: eben so bedachtsam wie er es entworfen: zehn Jahre lang, wiewohl natürlich mit Unterbrechungen, hat er daran gearbeitet. Es ist wieder ein lebendig denkender Mensch: er schlägt einen neuen Weg ein; und es ist sehr der Mühe werth die Bestandtheile und die Zusammensetzung seines Gedichtes näher zu betrachten.

Da ist nun zuerst der Stoff merkwürdig den er sich gewählt hat. Allerdings ist derselbe historisch, und Tasso giebt viel darauf dafs er sich bei dieser Wahl dem Muster des Alterthums anschliefse: wie ja auch der trojanische, der thebanische Krieg, die Ankunft des Aeneas in Italien historisch seien. Allein obwohl historisch, hat doch sein Stoff das Eigene dafs er zugleich dem

romantischen, den die Romanzatoren, wie er sie nennt, bearbeitet haben, unendlich nahe verwandt ist. Die Eroberung von Jerusalem ist das Ereignifs aus dessen Idee und Nachwirkung jene alten romantischen Gedichte grofsentheils entsprungen waren; — an das sich selbst die Sage von Orlando anschliefst. Indem Tasso die Fabeln der Romantik verläfst, wendet er sich, von einem glücklichen Genius geführt, zu demjenigen Ereignifs das die weltgeschichtliche Grundlage derselben ausmacht, und ihre wesentlichsten Elemente, die Ausbreitung des Christenthums durch das Schwert, den Kampf mit dem Mahometanismus, in sich enthält.

Bei der Bearbeitung dieses Stoffes nun folgt Tasso zunächst dem Guilelmus Tyrius, den er bei weitem mehr vor Augen hat als etwa, wie man geglaubt, Benedetto Accolti. Nicht allein in dem ersten Entwurf, von dem noch eine Anzahl Stanzen übrig sind, sondern auch in der spätern Bearbeitung der *Gerusalemme liberata* selbst nehmen wir zahlreiche Spuren einer unmittelbaren Benutzung dieses Autors wahr ([1]), wie das Capitel eben dem Dichter vorlag. Zu vielen Erzählungen Tassos finden sich bei dem Geschichtschreiber die nächsten Anlässe, z. B. gleich zu der Schilderung und Rede der ägyptischen Gesandten, zu dem Scharmützel in welchem Dudo fällt u. s. w. Hie und da wo Tasso abweicht hat er die Sache nur aus früheren Momenten, etwa der Belagerung von Antiochia herübergenommen. — Aber schon diese erste positive Grundlage ist durchdrungen von romantischem Geist:

([1]) Z. B. vergleiche man nur *Belli sacri* lib. VII c. 21 mit Canto I 76-79. Gleich das Betragen des Satrapen von Tripoli: Tasso scheint der Versification zu Liebe hie und da abzuweichen. Ferner: *A certis quibusdam fidelibus, Seyr montis habitatoribus, qui urbibus illis a parte supereminet orientali excelsus admodum — qui ad eos gratulabundi descenderant etc.*

> *Qui del monte Seir, ch'alto e sovrano*
> *Dall'oriente alla cittade è presso,*
> *Gran turba scese de fedeli al piano.*

Diese Christen werden die Wegweiser des Heeres: *Viam commendaverunt maritimam, ut et directiorem sequerentur, et navium suarum, quae proficiscentem sequebantur exercitum, eis solatium non deesset:*

> *Conduce ei sempre a le marittime onde*
> *Vicino il campo per diritte strade,*
> *Sapendo ben che le propinque sponde*
> *L'amica armata costeggiando rade.*

So geht es nun weiter bei der Beschreibung der Schiffe, des Transportes.

wäre die Bearbeitung auch vollkommen in classischem Sinne, so würde sie doch diesen Gehalt nicht vernichten können.

Tasso war nun aber auch weit entfernt das zu wollen. In die überlieferte Erzählung verwebte er nach dem Muster der früheren Romanzatoren Zauber und Feerie. Er nahm nicht selten ihre Erfindungen geradezu herüber. So ist Armida, die in seiner Fabel eine so grofse Rolle spielt, aus Florisel de Niquea, von Feliciano de Silva, dem neunten und zehnten Theile des Amadis entnommen (1). Bei Silva befreit Amadis die von Armida gefangenen und mifshandelten Ritter: Armida mufs ihn dessenungeachtet lieben und zwar ohne Erwiederung: so dafs sie die Schmerzen der Verschmähung, die sie Andern muthwillig gemacht, selbst in hohem Grade zu empfinden bekommt. Es ist augenscheinlich dafs dies die Grundlage zu dem Abenteuer des Rinald bildet, der eben auch die Ritter befreit welche Armida an sich gezogen und gefesselt hat, der alsdann zwar von ihr verlockt, aber nicht, wie sie beabsichtigte, bestraft, sondern vielmehr von ihr geliebt wird, sich aber zuletzt von ihr losreifst und sie verläfst. Tasso hat nun auch noch manche andere fremde Erfindungen in diese Dichtung verflochten. Wie die Armida Tassos von ihrem Oheim, so war die Angelica Bojardos von ihrem Vater abgesendet und mit Zauber ausgerüstet um die feindlichen Ritter zu verführen: ihre Reize und Wollüste erinnern unwillkürlich an Alcina. Und auch ernstere Momente entnahm Tasso aus seinen romantischen Vorgängern. Wenn Ginguéné bemerkt, dafs die Taufe Clorindens vor ihrem Tode ein Vorbild in der Spagna habe, so kann man hinzufügen, dafs das in allen romantischen Gedichten eine herkömmliche Form der Aussöhnung des Siegers mit seinem sterbenden Feinde ist.

Erweiterte dergestalt Tasso seine ritterliche Historie durch anderweite Zusätze in diesem Geist, so gab ihm dazu das Leben, das sich dieser Richtung noch nicht ganz entfremdet hatte, Antrieb und Veranlassung. Noch immer kamen in Italien öffentliche Ritterspiele vor. Im Jahre 1562 z. B.

---

(1) Auf diese Quelle hat zuerst Schmidt in einer Recension des Dunlop (Wiener Jahrbücher XXXIII p. 55) aufmerksam gemacht. Unsere Stelle findet sich *Amadis de Gaul* IX p. 288. Die bestimmte Nachahmung zeigt sich gleich von Anfang. Bei Silva ist Armida die Tochter „*d'une duchesse — grande magicienne*": sie ist „*tant fiere et glorieuse de sa beauté qu'elle dedaigna tous.*" Bei Tasso ist sie Tochter eines Königs „*famoso e nobil mago*": sie ist „*di sua forma altera e de'doni del sesso e dell'etate* (libro IV). So geht das weiter.

wird auf dem *Largo di S. Domenico* zu Neapel eine Brücke aufgeschlagen zur Nachahmung der Brücke des Rodomont bei Ariost: Vincenz und Carl Spinello bestanden hier einen Kampf gegen 50 neapolitanische und spanische Cavaliere. Als Tasso 1565 in Ferrara anlangte, fand er Hof und Stadt mit Vorbereitungen zum Empfange der neuen Herzogin, Barbara von Östreich, beschäftigt; es wurden die glänzendsten Ritterspiele gehalten: ein Turnier in dem Hofe des Pallastes, an welchem 100 Ritter Theil nahmen. Es ist wohl wahr: dies waren nicht unmittelbare Äufserungen und Hervorbringungen des Lebens: sie waren schon durch das Medium der Poesie durchgegangen, Rückdarstellungen aus derselben; aber der öffentliche Geist hatte doch noch sein Vergnügen daran: sie mufsten einen jungen Poeten entzücken, der hier noch auf die Dinge selber zu stofsen glaubte, mit deren Beschreibung er sein Werk ausschmücken wollte. Analoge Zustände, Begegnisse fehlten dann auch nicht und erregten seine eigene Erfindungsgabe.

Wollte Tasso nun sein Vorhaben ausführen, Romanze und Epos zu vereinigen, so kam es zunächst darauf an ob es ihm gelingen würde die Mannigfaltigkeit der Ereignisse und Erfindungen nach den antiken Mustern zur Einheit einer Handlung zu verbinden.

Recht methodisch unterschied Tasso, wie seine Discorsi lehren, vier Theile einer wohlzusammengesetzten Handlung. Den ersten, bestimmt die Lage der Dinge vorzustellen: den zweiten, in welchem die Handlung in Verwirrung gerathe: den dritten, worin sie sich zu einem glücklichen Gange wende: den vierten endlich, worin sie zu ihrem Ziel und ihrer Vollendung gelange. Er nennt sie Einleitung, Verwirrung, Wendung, Schlufs. Diese vier Theile lassen sich nun in seinem Gedicht ohne viel Mühe nachweisen. Die drei ersten Gesänge, in welchen die Fäden des Gewebes angeknüpft werden, und das Heer, vor Jerusalem angelangt, schon die Belagerungswerkzeuge bereitet, bilden die Einleitung. Wie sich die unterirdischen Gewalten gegen das Unternehmen rüsten, derjenige hinweggeführt wird ohne den es nicht gelingen kann, Unglücksfälle und hindernde Bezauberungen folgen, — so dafs ein griechischer Führer sich bereits hinwegbegiebt, und die Franken insgesammt abzuziehen wünschen: diese Verwirrung der Handlung stellt ein zweiter Theil, vom vierten bis gegen das Ende des dreizehnten Gesanges dar. Auf die gröfste Gefahr folgt unmittelbar die Wendung

der Dinge: ausdrücklich heifst es: „bis hieher die Unglücksfälle; jetzt beginne eine neue Ordnung, Glück und Fortgang." In dem dritten Theile, bis in die Mitte des achtzehnten Gesanges, wird der Held zurückgeführt, und die Zauber werden gelöst. Hierauf fügt der vierte die glückliche Beendigung des grofsen Unternehmens hinzu. Vielleicht ist Tasso der erste der ein erzählendes Gedicht nach einer so regelmäfsigen Disposition ausführte. Er gab sich die gröfste Mühe alle Episoden diesen Hauptmomenten der Handlung unterzuordnen, mit ihnen in Einklang zu erhalten.

Und diese Regelmäfsigkeit des Entwurfs ist nicht etwa das Einzige worin er sich der Antike anschlofs. Auf die gesammte Bildung seiner Fabel und ihre Zusammensetzung auch im Einzelnen hatten die Dichter des Alterthums unverkennbaren und ohne Zweifel einen noch wahrhafteren Einflufs als die Romantiker.

Rinald, schön, stark und leidenschaftlich wie Achilles, hauptsächlich die Fabel wie durch seine Entfernung Unheil über die Belagerer kömmt und seine Rückkehr das Glück bringt, sind ohne Zweifel dem Homer nachgeahmt. Der Zweikampf Argantes und Tancreds und die Endigung desselben durch das Dazwischentreten der Herolde ist dem Zweikampf zwischen Ajax und Hector unverholen nachgebildet. Herminia zeigt dem belagerten König die Schaaren der Franken, wie Helena dem alten Priamus die griechischen. Von vielen Gleichnissen, wie etwa von dem Pferd das sich seiner Bande entledigt und muthig in dem Gefilde erscheint u. s. w. ist der eigentliche Autor am Ende doch Homer, obwohl Tasso zunächst dem Virgil folgt.

Die Discorsi zeigen, welch ein entschiedener Verehrer Virgils Tasso war. Es ist fast keine Lehre die er giebt zu der er nicht das Muster in diesem Dichter fände. Wenn er es aber auch nicht ausdrücklich sagte, so würde sein Gedicht es zeigen, das mit Virgilischen Erinnerungen erfüllt ist. Schon sein Held hat in Aeneas, in welchem, wie Tasso selbst sagt, „Pietät, Religion, Enthaltsamkeit, Stärke, Grofsmuth, Gerechtigkeit und jede andere ritterliche Tugend" dargestellt werden, sein Vorbild; nur darin übertrifft Gottfried den Trojaner noch dafs er auch der Verführung der Liebe unzugänglich ist. Diese Nachahmung geht bis ins Kleinste. Mit den Worten des Aeneas tröstet Gottfried die entmuthigten Gefährten: so streckt er seine Arme dreimal nach dem ihm im Traume erscheinenden Freunde aus: so unerschrocken gebehrdet er sich, wie er verwundet wird: so wird er geheilt,

ihm thut der Schutzengel den Dienst den Venus bei Virgil dem Aeneas erweist, und pflückt ihm Dictamnum vom Ida: Erotimus, sein Arzt, ist nur eine Wiederholung des Japyx. Und von wie viel andern Fictionen findet sich die Grundlage in Virgil! Ganz anders als bei Ariost, und zwar oft nur in umschreibender Übersetzung mit veränderten Namen erscheint die Fabel des Nisus und Euryalus in dem nächtlichen Auszug der Clorinde bei Tasso. Auch die frühere Geschichte dieser Heldin ist in mehreren wesentlichen Theilen der Erzählung von Camilla entnommen. Mit Gildippe wird Clorinde verglichen wie Pallas mit Lausus: „der Himmel gestattet ihnen nicht sich mit einander zu messen, und bewahrt sie gröfseren Feinden auf." Das Gespräch zwischen Argante und Orcan ist aus dem Streite zwischen Turnus und Drances: der jugendlich schöne Page des Sultan aus Chloreus, Priester der Cybele, ausgebildet. Argillan wird, wie Mezentius, seines zukünftigen Geschickes erinnert, und antwortet darauf ganz wie dieser. Aus Virgil sind die Brüder welche oft von den Eltern verwechselt werden: „jetzt macht die Art der Verwundung zwischen ihnen einen entsetzlichen Unterschied." Der Greis welcher die Rinaldo suchenden Botschafter in die Tiefen der Erde führt, wo sie die geheimen Quellen der Flüsse sehen, ist die Cyrene aus Virgils Landbau. Klagen und Drohungen der Armida nach der Entfernung des Rinald sind gröfstentheils wörtlich die der Dido. Wie die geöffneten Augen Neptun und Juno bei Troja, so sehen sie hier schon verstorbene Helden an der Erstürmung Jerusalems Theil nehmen. Genug, auf die Erfindung unsers Dichters, die Ausbildung seiner Fabeln hatte Virgil ungemeinen Einflufs. Aber auch viele Beschreibungen, Gleichnisse, Sentenzen, einzelne Redeformen, uns von den Studien unsrer Jugend her wohlbekannt, begegnen uns in der *Gerusalemme* wieder. Jene glänzende Schilderung des Hafens von Carthago, die Tasso in den Discorsi höchst göttlich findet — *divinissima* — versäumte er nicht aufzunehmen: er brachte sie bei seinen glücklichen Inseln an. Die Abbildung der Schlacht von Actium, der Schiffe, die losgerissenen Cycladen gleichen, nahm er herüber: auf die Meerenge von Gibraltar wandte er an was Virgil von der sicilischen gesagt hat. Die Vergleichungen des Helden in seinem überwältigenden Siegeslauf mit dem Felsenstück das losgerissen Waldungen zertrümmert, des selbständigen Mannes mit der Klippe am Meer der die Drohungen von Wind und Wellen nichts anhaben, des Verwundeten mit dem Träumenden der seine Glieder regt und

sie nicht zu bewegen vermag, und wie viele andere, sind wörtlich aus dem Latein entnommen. Die Fama, die eben so gut die Lüge meldet als die Wahrheit, — die Jugend, welche in schönem Körper liebenswürdiger erscheint, — der Liebende, welcher klagt wenn der Tag geht und wenn er wiederkehrt, — jene Botschafter, die in unbekannten Kleidern kommen, — die abgehauene Hand, die noch nach dem Schwerte faſst, — genug, eine Menge Einzelnheiten die an sich von einem Jeden wiedererfunden sein könnten, sind doch bei ihm durch Wahl und Stellung der Wörter als Nachahmungen und Wiederholungen des Virgil zu erkennen. Tasso rühmte sich eines glücklichen Gedächtnisses; er hat Stellen von drei - bis vierhundert Versen ohne Anstoſs zu recitiren gewuſst: es ist offenbar daſs bei der Ausarbeitung seines Poems sein Gedächtniſs vielleicht nur allzu beschäftigt war.

Denn Virgil und Homer sind nicht die einzigen Alten aus denen er schöpfte. Die Beschreibung des ägeischen Meeres, das noch in Bewegung ist nachdem die Stürme aufgehört haben, die etwas spielende des Mäander der zu seinen Quellen zurückkehrt, sind aus Ovid. Die Vergleichung welche Gernando zwischen seinen und Rinaldos Ansprüchen anstellt, ist der in den Schulen berufenen Rede des Ajax gegen Ulysses in den Metamorphosen nachgebildet ([1]).

Nicht selten ward auch Lucan benutzt. Ihm gehört nicht allein der Comet „der die Reiche ändert", die Beschreibung des Heerführers der den Aufruhr beschwichtigt, sondern auch der schreckenvolle Hain, den Niemand berühren mag, die mannigfaltige Mischung der Stimmen, vor denen sich Alle die sich nähern entsetzen, und zum Theil die Anrufung des Ismen: die Rede Gottfrieds vor dem letzten entscheidenden Kampfe ist wörtlich die Rede Cäsars vor der pharsalischen Schlacht. Von mehr als einem Concetto in dem sich Tasso zu gefallen scheint, sind Lucan oder Claudian die eigentlichen Urheber.

Übrigens sind historische Ereignisse, wie der Busen in welchem Krieg und Frieden gebracht wird, unverhüllt eingeführt, berühmte Worte, wie *Veni vidi vici*: Sentenzen, selbst des Aristoteles, z. B. aus der Metaphysik: die Seele sei Gott gegenüber dem Nachtvogel gleich, der in die Sonne schaue.

([1]) Ich halte nicht für nöthig, die Stellen der Classiker nach Buch und Vers zu citiren; die meisten sind sehr bekannt: die übrigen weist jeder Index nach.

Das Wunder der Geburt der Clorinde, der weifsen Tochter schwarzer Eltern, ist aus dem Heliodor.

Torquato Tasso war davon durchdrungen dafs immer das Vortrefflichste dargestellt werden müsse. „Unter den schönen Dingen", sagt er, „wähle der Poet die schönsten, unter den grofsen die gröfsten, unter den wunderbaren die wunderbarsten, und diesen wunderbarsten suche er noch Neuheit und Gröfse zu vermehren." Es ist, wenn wir nicht irren, zwischen dem Idealen und dem Höchstvollkommenen, so nahe sie auch einander berühren, noch der Unterschied: dafs jenes aufserhalb, dieses innerhalb der Erscheinung liegt: jenes erfunden, dieses aufgesucht werden mufs. Tasso bezeichnet dort nicht sowohl jenes als dieses. Damit mag es zusammenhangen, dafs er es, wo er es auch finde, sich aneignet.

Tasso beabsichtigte, wie wir sahen, ursprünglich nur einen historisch-romantischen Stoff nach den Regeln der Epopee zusammenzusetzen: auf die Weise aber wie er das anfing, hatte er die Elemente zwei verschiedener poetischer Welten mit einander vereinigt. Er ist bei weitem nicht ein Dichter der uns durch eine freie Hervorbringung der Phantasie zu ergötzen suchte: er ist zugleich ein Gelehrter der einen sehr mannigfachen poetischen Stoff herbeigeschafft, sich angeeignet hat, und nun bemüht ist ihn kunstgerecht und angenehm vorzulegen.

Jedoch würden diese in so verschiedenen Zeiten, so verschiedenen Weltzuständen entsprungenen Phantasien sich wechselseitig abstofsen, grell aus einander treten, wofern es nicht ein drittes Element gäbe, in welchem sie sich berührten, durchdrängen. In diesem wird alsdann auch die Eigenthümlichkeit des Poeten am meisten zu erkennen sein.

Das ist nun aber zuerst christliche, modern katholische Auffassungsweise und Mythologie. Die alten Romanzatoren, wie wir an Pulci, Ariosto sahen, setzten sich bei der Behandlung des Stoffes in Widerspruch mit der bestehenden Kirche, und machten ihr auf ihre Weise den Krieg. Die Zeiten aber wo diese Tendenzen nicht allein geduldet wurden, sondern auch in dem grofsen Publicum Anklang und Billigung fanden, waren vorüber. Zuerst hatte die neulateinische Poesie, die Anfangs auch auf ganz entgegengesetzten Bahnen gewandelt war [1], christliche Stoffe ergriffen und sie der Forde-

---

[1] Fracastoro z. B. läfst die syphilitische Pest entstehen nachdem Jupiter, der Allen gü-

rung ihres Inhaltes gemäfs zu behandeln versucht. Sannazar von der Geburt der Jungfrau, die Christias des Vida hatten den Beifall der Gelehrten und der Kirche erworben. Auch von dieser Seite empfahl sich nun der Gegenstand den Tasso gewählt: er war historisch nach der Forderung der Antike, romantisch, aber zugleich auch christlich. Eben deshalb ergriffen ihn, als der öffentliche Geist sich auf das Ernste und Religiöse zu wenden anfing, mehrere Dichter zugleich. Girolamo Muzio z. B., der nur davon abstand, weil er hörte, Tasso sei ihm zuvorgekommen: auch Angelo da Barga schon im Jahre 1560; aber dieser liefs sich um so weniger stören da er den ganzen Zug von Anfang bis zu Ende schilderte, nicht einen Abschnitt, wie Tasso. Wir haben das Werk des Angelus Bargaeus: in der Vorrede eröffnet er uns das Motiv seiner Wahl. Er wolle, sagt er, ein Gedicht machen in welchem alles christlich sein solle (1): er wolle, als ein Christ, lieber ein wahres Ereignifs christlich behandeln als in einem erlogenen Argument einen wenig christlichen Ruhm suchen. Auch Tasso fafste seine Aufgabe von allem Anfang zugleich von dieser Seite. Deshalb gab er seinem Helden aufser den Tugenden des Aeneas auch noch geistlich-würdige Eigenschaften: Gottfried ist, wie ein Heiliger, satt der Welt und ihres vergänglichen Vergnügens; wenn er redet, predigt er gleichsam. Betrachtet man die Hauptmomente der Fabel in der *Gerusalemme*, so sind sie insgesammt aufserweltlich. Die Handlung beginnt durch einen unmittelbaren Beschlufs Gottes mit der Sendung eines Engels: durch die Eingriffe einer fürchterlichen und erzürnten Hölle wird ihr Fortgang gehindert. Gott selbst mufs durch sein Wort den glücklichen Lauf der Begebenheit herstellen: von dem Traume den er sendet, geht die Wendung der Dinge aus. Bei der endlichen Eroberung ist der Erzengel Michael, es sind die verstorbenen Mitkämpfer, ja ganze Schaaren

---

tig wäre wenn das Schicksal es verstattete, und Mavors, den nach Blut und Rache gelüstet, mit dem alten Saturn, der noch immer seinen Sohn nicht als Herrn anerkennen will, das Schicksal um Rath gefragt haben.

(1) *Angeli Bargaei Syrias: Praef. „ut si fieri posset poema extaret in quo nihil non christianum esset.“* Merkwürdig ist, dafs das Gedicht ursprünglich auf 13 Gesänge berechnet war, wie man in der ersten Ausgabe der zwei ersten Gesänge wahrnimmt; dafs der Autor aber nur zwölf zu Stande brachte; im zwölften ist der Schlufs des Ganzen, die Eroberung, nur sehr summarisch behandelt: — wahrscheinlich wollte der Verfasser doch mit Tasso, der ihm zuvorgekommen, nicht in die Schranken treten.

von Geistern zugegen. Dem Dichter kommt zu Statten dafs hiebei das Wunderbare eine grofse Rolle spielt: erst dadurch wird es ihm möglich die Zauberei einzuflechten: er würde es nicht wagen, wenn sie nicht den bösen Gewalten untergeordnet wäre. Die Phantasie des Dichters hat, wie man sieht, eine devote Richtung.

Hiemit stimmt es nun überein dafs Tasso von Anfang bis zum Ende eine gewisse Würde und Hoheit behauptet. Er ist davon durchdrungen dafs das epische Gedicht einen Ausdruck fordere den er mit „*Magnifico*" bezeichnet. Daher kommt es dafs er jenes *Tacque* oder *Disse* so feierlich wiederholt, dafs er seine Personen durch den Zusatz von *Gran* zu heben sucht. Es tritt selbst in dem Bau seiner Stanze hervor, in welchem er nach dem Rathe eines oder des andern Zeitgenossen die abgekürzten Worte vermeidet, lange in das Ohr fallende Ausdrücke gern anbringt. Am meisten zeigt es sich in der Vermeidung des Details, wie ihm hierin sein Vater, Berni und Alamanni vorangegangen waren. Er ist weit entfernt sich in die Anschauung zu vertiefen wie Ariost, und die Erscheinung in ihrer Farbe und wechselnden Form reproduciren zu wollen: selbst da wo er aus seinem Historiker schöpft und dessen Worte beibehält, fafst er das Einzelne abstrahirend zusammen um einen allgemeinen Eindruck hervorzubringen. Die naive Darstellung welche Trissin beliebt hatte, war ihm widerwärtig: „Wie könne man eine Königstochter heut zu Tage darstellen wollen wie die homerische Nausikaa." In alle dem hielt er sich an den Vorgang und das Muster Virgils.

Und hier kommen wir noch auf eine andere, die Natur seines Geistes so wie die allgemeine Verwandlung die in dem literarischen Geschmack vor sich ging, näher bezeichnende Eigenthümlichkeit.

Allerdings hat Tasso fremde Werke vor Augen: er ahmt sie nach: aber wie sehr würden wir ihm Unrecht thun, wenn wir glauben wollten, er folge seinen Vorbildern blindlings, unbedingt. Wie sehr unterscheidet er sich hier von seinem Vater! Auch er ahmt, wie dieser, einen Theil des Amadis nach: Feliciano de Silva, wie wir sahen: aber er nimmt daraus doch nur die äufseren Umrisse der Fabel, Namen und Idee der Heldin. Wenn dann jener Autor dort unter andern in dem verzauberten Schlofs der Armida Hunderte von Rittern Klaggeschrei ausstofsen und die Hand gegen das Herz bewegen läfst, so ist er in der Schule der Alten zu gut gebildet als dafs er an einem so seltsamen Pathos Gefallen finden sollte. Der Zauber seiner Armide

ist durchaus menschlich. Es ist die Natur Tassos, das Ungeheure, Wild-phantastische, Ungestalte zu vermeiden. Selbst gegen näher verwandte Geister stellt er sich in ein ähnliches Verhältnifs. Die Christias des Vida hat er viel benutzt: die Beschreibung des höllischen Conciliums, der Ruf der tartarischen Drommete, vor welcher die tiefen Höllen erzittern, die Zusammenkunft der aus Schlange und Mensch zusammengesetzten Ungeheuer, der Gorgonen und Centauren, und wie sie sonst heifsen, auch die Rede ihres Beherrschers, der sie an ihr einstmaliges Glück und ihre Verdammung in dieses unerfreuliche Reich mahnet, sind ganz aus Vida entnommen. Es wäre der Mühe werth den Ursprung und die Entwickelung dieser christlichen Mythologie moderner Poeten, welche sich darnach in Milton und Klopstock so merkwürdig fortgesetzt hat, genauer zu verfolgen. Was Tasso anbelangt, so folgt er dem Vida Schritt für Schritt ([1]). Wie er aber an dessen Beschreibung des Satanas kommt, ,,mit hundert Köpfen, von Schlangen umwunden, und feurigen Rachen, mit hundert Händen, allen bewaffnet mit Fackel und Dreizack", so hält er inne. Diese Phantasien überschreiten das Maafs dessen was ihm darstellbar scheint: er weicht ihnen aus. Er schildert seinen Satan, nach der Beschreibung die Claudian von Pluto entworfen, als einen König der Unterwelt. — Und selbst dem Alterthum folgt er nicht überall. So vollkommen er Virgil bewundert, so nimmt er doch auch von ihm nicht alles an. Die Schicksale der Camilla überträgt er, wie wir sahen, grofsentheils auf seine Heldin Clorinde: auch er läfst den Wärter mit dem Kinde zwischen Räuber und Strom gedrängt, und genöthigt werden sich zu einem verzweifelten Ausweg zu entschliefsen. Wenn aber nun bei Virgil das Kind an die Lanze gebunden über den Flufs geworfen wird, so scheint ihm das zu violent, allzu unwahrscheinlich. Er sucht eine andere Art von Rettung. Bei ihm wirft sich der Wärter selbst in die Fluth, und indem er mit dem einen Arme schwimmt, hält er es mit dem andern über derselben empor; jedoch

---

([1]) Gleich der Anfang. Vida Christias lib. I:

Acciri diros ad regia fratres
Limina — concilium horrendum — et genus omne suorum
Imperat.

Tasso: *Che sia commanda il popol suo raccolto*
Concilio orrendo entrò le regia soglia.

Man mufs die ganze Stelle vergleichen.

diese ist ihm allzu stark, und entreifst ihm seine Bürde. Durch St. Georg, den Beschützer des Kindes, geschieht dafs die Fluth es dennoch unbeschädigt ans Ufer trägt. Indem Tasso das Gewaltsame vermeidet, verflicht er zugleich Religion und Wunder in sein Gedicht.

In diesem Sinne der Gestaltung, Milderung und Mäfsigung sind auch die Abänderungen die er bei der späteren Redaction an jenem ersten jugendlichen Entwurfe den er in Urbino gemacht hatte, vornahm. Er hatte da aus dem Guilelmus Tyrius doch zuviel beibehalten: später fühlte er wohl dafs der rein historische Stoff den Gang des Gedichtes hemme, und er that ganz Recht, wenn er davon vieles wegliefs. Ferner kommt in dem Entwurf, bald vom Anfang, wie im jetzigen ersten Gesange, eine Musterung des Heeres vor: alle Anführer, ihre Schaaren, ihre Wappen selbst werden geschildert, in langer Reihe, nicht ohne Wiederholung und Verwirrung; in der spätern Arbeit ist davon vieles bei Seite gelegt: es ist alles gesondert, gegliedert, auf das Ganze berechnet; man empfängt den Eindruck der Ordnung und Gestalt. Die Schilderung der Persönlichkeiten ist ich will nicht sagen besser, aber, wie es der damalige Geschmack forderte, kleiner Züge entkleidet, verallgemeinert. Die lange Rede des Gesandten kommt schon in dem Entwurf ebenso vor wie in dem Werke, aber die Antwort Gottfrieds ist in dem letztern da wo sie abweicht, abgemessener, ruhiger, einleitender. Eine ausführlichere Beziehung auf eine heidnische Fabel wird, der Uniformität und vielleicht um religiösen Einwendungen vorzubeugen, in eine alttestamentliche verwandelt: Enceladus mufs dem Nimrod Platz machen.

Tasso gehört nicht zu jenen ursprünglichen Geistern die den Canon aller Darstellung in sich selbst tragen und durch ihre innere Wahrhaftigkeit verhindert werden davon abzuweichen. Mit diesen Tendenzen, die an sich sehr lobenswürdig wären, hangen doch auch wieder manche Mängel zusammen. Seine Würde ist zuweilen nicht ohne einen Beigeschmack von Pedanterie, wie ihm schon Galilei vorgeworfen [1]. Es finden sich gesuchte Gegensätze, sonderbare Concetti: z. B. werden die Herzen im Wasser angezündet, d. i. von Thränen gerührt; von der weifsen Farbe schliefst man bei ihm auf die weifse noch un-

---

[1] *Considerazioni al Tasso* 1793, ein sehr lebhafter Angriff besonders auf Form und Ausdruck des Tasso. In der römischen Ausgabe ist ein widerlegender Discorso von Giuseppe Iseo hinzugefügt, der aber doch nicht viel sagen will.

befleckte Treue; er sagt einmal: „kaum lebendig in sich, todt in der welche todt." Von jener genauen, innerlich vollführten Durcharbeitung ariostischer Diction ist die seinige weit entfernt, und hie und da fühlt man das Willkührliche, Äufserliche des Zusammenhanges. Seine Religion hat etwas Schwärmerisches. Ein den Christen entrissenes Bild wird den Saracenen wieder abgenommen: der Dichter weifs nicht, ist dies das geheime Werk eines Gläubigen oder gar unmittelbar des Himmels. Die steten Vorhersagungen Peters des Einsiedlers welche auch immer eintreffen, streifen an die Legende. Es ist ein Martyrthum wenn Sophronia, unschuldig, erklärt, sie sei die Thäterin, und Olind, gleich unschuldig, mit ihr sterben will: das schöne Schlachtopfer hat die Gestalt einer gen Himmel aufsteigenden Heiligen. Mit fast zu grofser Zerknirschung drücken sich die Kreuzfahrer aus, wie sie Jerusalem erblicken: obwohl sie weinen, so verdammen sie sich doch dafs sie es nicht mehr thun: sie klagen über ihr frostiges Herz das sich nicht in Thränen auflöse, über ihr hartes Herz das nicht breche. So zerknirscht und doch nicht ohne Antithese.

Dieser Religion ist der Affect den unser Dichter schildert nahe verwandt. Erminia, die in dem Hause Tancreds war und ihm nie ein Wort sagte, wird plötzlich von der Begierde ergriffen ihn in dem feindlichen Lager aufzusuchen. Tancred sah Clorinden kaum einmal: der Anblick der Entfernten fesselt ihn jedoch in dem Augenblick dafs er zum Zweikampf geht dergestalt dafs er diesen vergifst. Dürfen wir das Sentimentale, ohne weiteres Eingehn, in die Verbindung der Liebe und des Mitleidens setzen, so ist dieses in Tasso ein sehr bedeutendes Element. Fast alle seine Liebe geht in Mitleiden aus: in Gildippe und Odoardo nicht minder als in Sophronia und Olind, in Tancred und Clorinde, in Erminia und Tancred, ja sogar in Rinald und Armide. Und in welch ein Mitleiden! Die Klagen des Tancred waren dem Orpheus, welchem die Alten ähnliche in den Mund legen, ohne Zweifel angemessener als einem Kriegsmann wie Tancred.

Hiedurch kommen Elemente in das Gedicht die demselben eine fast individuelle Färbung geben: in die Epopee tritt die persönliche Stimmung des Dichters ein, etwas zugleich Phantastisches und Düsteres, Melancholie der Liebe und der Religion; die Sentimentalität der modernen Zeit. Selbst der Reiz der Sinnlichkeit wird von Phantasie und Begierde ergriffen: sie schwelgt in ihrer Beschauung und läfst davon nicht los: wie so ganz anders als jene

kecke Ironie, Derbheit, Unmittelbarkeit ich will nicht sagen Pulcis aber noch Ariostos. Und betrachten wir nun wo überall dies vorkömmt, so dürfen wir wohl nicht sagen daſs der Poet hierin frei von Manier sei. Eben das ist Manier daſs der Autor eine ihm eigenthümliche und werthe Gesinnung in Widerspruch mit den Forderungen des Gegenstandes geltend macht.

Alle diese Bemerkungen werden uns jedoch nicht hindern das Verdienst Tassos anzuerkennen. Im Allgemeinen löste er die Aufgabe die er sich gesetzt hatte. Er hatte die Mannigfaltigkeit, welche das groſse Publicum liebe, und die Einheit, die der Gelehrte suche, mit einander zu vereinigen gedacht. Es war ihm dieses über alles Erwarten gelungen. Zum ersten Mal hatte er den romantischen Stoff den classischen Gesetzen unterworfen, ohne ihn darum doch in seinen wesentlichen Forderungen zu verletzen. Obwohl es bei einem Producte das so ganz aus litterarischen Gesichtspunkten die immer streitig bleiben, hervorgegangen war, an Widerspruch nicht fehlen konnte, so ward ihm doch übrigens von allem Anfang ein unermeſslicher Beifall zu Theil. Tasso hatte den gesunden Sinn, nicht allein für die Gelehrten, gleichsam den Adel und die Priester der Litteratur, sondern auch für die litterarische Gemeine, für die Mittelmäſsigen, wie er sich ausdrückt, d. i. für Jedermann zu schreiben: er hatte es glücklich getroffen: ebenhiedurch erwarb er eine allgemeine Zustimmung. Vielleicht hatten daran auch seine Mängel viel Antheil. Eine Gesinnung und Ausdrucksweise wie er sie hegte und wie sie uns als etwas Mangelhaftes auffällt, ward eben allgemein beliebt. Jedoch noch bei weitem mehr that die zugleich leichte und würdige Haltung; die milde, nirgends überwältigende, immer verschönernde Phantasie des Poeten; daſs ein so groſsartiger für Glauben und Phantasie erhebender Gegenstand hier auf eine Weise behandelt wurde die dies darstellte und dabei zugleich dem Sinne des Jahrhunderts entsprach; vor allem der unnachahmliche Wohllaut so vieler glücklich geworfener Strophen. Wir andern werden ohne Zweifel an Ariost ein gröſseres Gefallen finden: die Italiener lassen sich den Vorzug Tassos nicht abstreiten. Man muſs sie diese Stanzen lesen, recitiren hören: mit einer Art von musikalischer Wollust verweilen sie bei den einzelnen Versen: mit entzückter Befriedigung schreiten sie zu den Schluſsreimen fort. Der Genius der Nation hatte hier gleichsam unbewuſst in Tasso gearbeitet: er that seinen Landsleuten völlig Genüge: sein Muster beherrscht sie noch heute.

Wie aber der begabte thätige Mensch in der Regel aufser dem was er beabsichtigt, auch noch etwas anderes vollführt, mehr in der Pflicht der Nothwendigkeit und des allgemeinen Geistes, so leistete Tasso in diesem Werke etwas was nicht allein für die poetische Gattung in der er arbeitete, nicht allein für seine Landsleute, sondern für die neuere Litteratur überhaupt von hoher Bedeutung ist. Er ist eigentlich der Erste der ein grofses und glänzendes Beispiel des Modern-Classischen aufgestellt hat. Es unterscheidet sich diefs, wie Jedermann eingestehn wird, noch weit von dem Antiken, obwohl es dem Muster desselben folgt, oder vielmehr die aus den Mustern abgezogenen Regeln beobachtet. Aber eben diese Forderung machte man, und im Allgemeinen entsprang sie auch aus der Lage der Sache. Der moderne und der antike Stoff waren nun einmal zugleich vorhanden und wirkten auf Vorstellungen, Poesie und Ideal. Jedoch widersprachen sie einander und schienen sich wechselseitig auszuschliefsen. Tasso fand eine Form die, der antiken analog und nachgebildet, dennoch den Ausdruck moderner Vorstellungen möglich machte. Hiedurch hatte er eine unendliche Wirkung auf die romanischen Nationen, für welche eine Vereinigung jener Tendenzen noch nothwendiger war als für uns, weil das poetische Alterthum ihrer Nationalität um vieles näher steht.

Zum ersten Mal kommt dergestalt nach langem Kampf und mancherlei Versuchen das Modern-Classische zum Vorschein: Regelmäfsigkeit in der Anlage: Befolgung der aristotelischen Vorschriften: Würde und Gehaltenheit des Tones: Vermeidung des Grellen, etwas gedämpfte Lichter: Wahrscheinlichkeit der Zusammensetzung im Einzelnen: Ruhe, Gediegenheit, Mäfsigung der Darstellung: ferner der Ausdruck moderner Gesinnung, ja persönlicher Stimmungen, etwas was uns nun einmal alle anspricht und unser geistiges Wesen ausmacht: endlich ein ungezwungener Flufs poetischer Rede: Leichtigkeit und Anmuth in den einmal gezogenen Schranken.

Und hier könnten wir stehn bleiben, da wir auf den Punct gelangt sind den wir erreichen wollten, wenn uns nicht die fernere Entwickelung Tassos, der als er sein Gedicht vollendete erst 31 Jahre zählte, noch einen Augenblick festhielte.

Jedermann kennt das unglückliche Schicksal Tassos im Allgemeinen. Bei weitem weniger bekannt sind die innern Motive desselben, die zugleich mit der universalen Verwandlung des Zeitgeistes zusammenhangen.

Denn an jene Erzählung von einem Verhältnifs des Dichters zu der Prinzessin Leonore von Ferrara, die zuerst ein gewisser Brusoni, ein anerkannt fabelhafter Autor in der Mitte des 17ten Jahrhunderts, in Umlauf brachte, ist nun zuvörderst gar nicht zu glauben. Vor mehreren Jahren hat das *Giornale di Milano* einen Fund angekündigt, den man in der Casa Falconieri zu Rom gemacht habe; da seien die Originale der Briefe und Sonette versteckt gewesen die zwischen beiden gewechselt worden, um deren willen Alfonso II den Dichter gefangen gesetzt habe. Gleich als würde der Fürst, nachdem er sich der Person versichert, nicht auch die Papiere an sich genommen haben: er der sogar das unschuldige Gedicht der *Gerusalemme* lange Zeit nicht herausgeben wollte. Gewifs ist hier irgend eine Mystification im Spiele.

Man braucht in der That nur die Briefe Tassos im Zusammenhange zu lesen um sich von dem Ungrund dieser Fabel zu überzeugen.

Tausend Mal erörtert Tasso in denselben sein Unglück: in der Heftigkeit seiner Leidenschaft verschweigt er nichts was er weifs, was zu seiner Entschuldigung dienen kann; jedoch von einem Verhältnifs dieser Art, das ja doch nicht unehrenvoll für ihn war, findet sich nicht die leiseste Spur, nicht die entfernteste Andeutung. Er hat dieser Prinzessin einige Sonette gewidmet, in denen er sagt, er würde noch zu andern Gefühlen gegen sie erweckt worden sein, wenn ihn nicht ihr Rang zurückhielte: allein das ist eben nur eine poetische Formel: ihrer Schwester Lucrezia trägt er ganz andere Schmeicheleien mit dem Ausdruck persönlicher Leidenschaft vor. Leonora war sehr zurückgezogen, männlich, gefiel sich in einer stoischen Gleichgültigkeit: sie galt für eine Heilige: man schrieb es z. B. ihren Gebeten zu, dafs Ferrara von einem Erdbeben, welches eintrat, nicht härter mitgenommen wurde. Von einer schwachsinnigen Hinneigung zu einem jungen phantastischen Poeten war die ernste, stille, vernünftige Fürstin weit entfernt. Auch könnte man eher sagen, dafs Tasso ihrem Andenken Gleichgültigkeit bewiesen habe. Als sie gestorben war, wurde sie von Allem was in Ferrara Verse machte, besungen: Tasso allein, der doch auch da war, und sonst jedes Ge-

fühl in ein Madrigal, ein Sonett gieſst, schwieg stille; er hat sie niemals wieder erwähnt.

Weit andere Dinge waren es, die den armen Tasso bedrängten und in innerer Gährung herumwarfen.

Einmal seine Lage am Hof in Ferrara überhaupt. Die italienischen Litteraten pflegten, wenn das Glück sie nicht besonders bedacht hatte, sich irgend einem Groſsen, einem Fürsten, einem Cardinal, einem reichen Edelmann anzuschlieſsen, und in dessen Hause, ohne bestimmte Bedienung, zu verweilen, bis Glück oder Verdienst ihnen bei diesem ihrem Herrn eine einigermaſsen sichere Stellung verschafften. So stand auch Tasso anfangs bei dem Cardinal Este, dann bei dem Herzog von Ferrara: und auf dieſs persönliche Verhältniſs gründete er die Hoffnungen für seine Zukunft. In seinem Gedicht hatte er nach dem Muster seiner ferraresischen Vorgänger das Haus Este aufs neue verherrlicht: er zweifelte nicht, daſs diese Beflissenheit und das Verdienst seines Werkes ihn auf eine höhere Stufe, in eine bequemere, angemessenere Lage befördern würden. Hoffnungen aber, auf Hofgunst gegründet, sind zu allen Zeiten trügerisch gewesen: auch Tasso wurde hingehalten, nicht befriedigt. In dieser Zeit geschah nun daſs er einen Antrag erhielt in die Dienste des Hauses Medici zu treten. In der Stimmung in der er war, lieſs er sich bewegen darauf einzugehn. Hätte er es nun wenigstens auch sogleich ausgeführt! Da er sich aber doch nicht völlig entschlieſsen konnte, gerieth er in eine unbestimmte, schwankende und höchst unbequeme Stellung. Schon mit sich selber ward er uneins. Indem er in Ferrara darauf antrug daſs man ihn zum Geschichtschreiber des Hauses ernennen möge, gelobte er seinen florentinischen Freunden dies Amt nicht anzunehmen, um nicht von dem Haus Medici ungünstig reden zu müssen (¹). Allmählig aber wurde jene Unterhandlung auch Andern bekannt, an dem Hofe ruchtbar. Zwischen Medici und Este bestand eine uralte, eingewurzelte Eifersucht: Alfonso, der von einem Angehörigen unbedingte Verehrung forderte, war davon betroffen daſs ein so nahmhafter Mann zu seinen Feinden übergehn wolle. So wie das Vertrauen schwand das der Hof bisher dem Dichter bewiesen, regten sich seine Feinde, seine Neider. Ja Tasso selbst hatte Augenblicke wo er sich wegen seines Vorhabens verdammte: er fürchtete,

---

(¹) *Lettere di Tasso Opere* Tom. IX p. 412.

man werde es ihm als einen Treubruch auslegen, der ihn beschimpfe. Alle diese Dinge setzten ihn in eine innere Aufregung, die ihn, wenn ich nicht irre, auch deshalb um so mehr beherrschte, da sein Gedicht, das bisher seine Phantasie beschäftigt, sie in einem bestimmten Kreise der Thätigkeit festgehalten, damals im Ganzen vollendet war, und er sich ungestört seinen düstern Imaginationen, seinem menschenscheuen, egoistischen Mifstrauen überlassen konnte.

Und dazu kamen peinliche Gedanken von einer noch schlimmern Art. Tasso fühlte sich, der entschieden religiösen Richtung die er hatte zum Trotz, in dem christlichen Glauben nicht fest. Er hatte den ersten Unterricht in einer Jesuitenschule zu Neapel bekommen: er erzählt selbst, dafs er von den Jesuiten bereits in seinem neunten Jahre zum Abendmahl gelassen worden sei, ehe er noch von der Bedeutung desselben etwas verstanden. „Aber die Umgebung, sagt er, die Würde des Ortes, der Apparat, das Murmeln und Sich an die Brust schlagen der Umstehenden brachten in mir eine geheime Devotion hervor" ([1]). Die Frömmigkeit welche die Jesuiten bezweckten, beruhte überhaupt mehr auf der Erregung eines dunkeln Gefühles als auf Einsicht, auf Unterricht. Ehe Tasso diesen empfangen konnte, ward er in die Irrfahrten seines Vaters verflochten. Da war er nun wohl übrigens ein guter Katholik geworden, d. h. er hafste, wie er sagt, den Namen eines Lutheraners, eines Ketzers, als etwas Verpestendes, — er wünschte von Herzen, „wiewohl", nach seinem eigenen Ausdruck, „mehr mit weltlichem als mit geistlichem Eifer", dafs der Sitz des Glaubens, dafs das Papstthum sich bis ans Ende der Tage erhalten möchte, — es war in ihm der allgemeine Umschwung der italienischen öffentlichen Meinung von einer Abneigung gegen das Papstthum zu einer Hinneigung zu demselben vorgegangen: aber diefs hinderte nicht, dafs ihm nicht gegen die Grundlehren des Glaubens Zweifel aufgestiegen wären. Er konnte die Meinungen der Philosophie denen er Beifall gab, mit diesen Lehren nicht vereinigen. Er hielt Gott für ein ewiges Prinzip, für die erhaltende Weltseele; aber ob er die Welt geschaffen, ob er dem Menschen eine unsterbliche Seele verliehen, ob er sich selbst mit der Menschheit bekleidet habe, alles diefs war ihm zweifelhaft, und daraus folgte denn, dafs er an die Wirksamkeit der Sacramente, an Himmel und Hölle, endlich auch an die Autorität des römischen Stuhles nicht vollkommen

---

([1]) *Lettera di Torquato Tasso* 1580 17 *Maggio* bei Serassi *Vita di Tasso* p. 48.

glauben konnte. Was ihn noch in Schranken hielt, war, wie er sagt, nur eine knechtische Furcht vor den ewigen Höllenstrafen, die ihm eben auch in erster Jugend eingeprägt worden sein wird.

Nicht immer hatte er nun mit diesen Meinungen zurückgehalten; da er sich jetzt von Feinden umgeben und verfolgt glaubte, da er Jedermann in Verdacht hatte, so fing er an zu fürchten, man habe ihn bei dem geistlichen Gericht angegeben. Es kam hinzu, dafs viele Einwendungen die gegen sein Gedicht gemacht wurden diesen Punkt betrafen. Nicht alle seine poetischen Phantasien hatten das Gepräge der Rechtgläubigkeit ([1]): und ohnehin gab es manchen ehrenwerthen Mann dem alle und jede Dichtung in einem so kirchlichen Stoff unzulässig vorkam. Anfangs hatte sich Tasso darüber hinweggesetzt: allmählig machte es doch einen gewissen Eindruck auf ihn, da es mit seinen übrigen Befürchtungen zusammenfiel. Jedoch das Schlimmste war, dafs in ihm selbst Scrupel erwachten. War ihm heute ein religiöser Zweifel aufgestiegen, so verdammte er sich morgen darüber: es bedrängte ihn selbst dafs er ein schlechter Christ sei. Von äufserer Furcht und von innerer Bekümmernifs zugleich getrieben, fafste er endlich den Gedanken sich selbst der Inquisition anzugeben. Zuerst stellte er sich vor dem Inquisitor von Bologna, der ihn mit einigen guten Lehren entliefs. Bald darauf erschien er vor dem Inquisitor in Ferrara: auch dieser absolvirte ihn ([2]). Jedoch Tasso war damit nicht zufrieden. Es schien ihm, die Untersuchung sei nicht gründlich genug gewesen, die Absolution habe keine volle Gültigkeit: er fafste Briefe an das Tribunal der Inquisition zu Rom, an den Grofsinquisitor selbst ab, um eine vollständige Absolution zu erlangen. Er gerieth in eine furchtbare Agitation. Eine ungünstige, ja drückende äufsere Lage, — ergriffene, wieder verworfene Aussichten, — Mifstrauen gegen Jedermann: unerschütterliche Gesinnung zu keinem Menschen auf der Welt, — ein durch sein Verdienst, das ihm jetzt sogar verderblich ward, gesteigerter Ehrgeiz, den man um so unbarmherziger zurückwies: — und dazu nun religiöse Zweifel, die er verdammt indem er sie hegt: so dafs er misbilligt was er thut und es doch thut, seine Gedanken verwirft und sie doch nicht ändern kann; Alles das quält ihn um so mehr, arbeitet und wühlt um so tiefer in ihm, da er

([1]) Man sehe unter andern den Brief Tassos an Silvio Antoniani: *Opere* Tom. X p. 147.

([2]) Serassi p. 232, p. 248, p. 252.

in sich selbst nicht mit Heuchelei umgeht, da er es mit Treue und Religion ehrlich meint: — so wird die Harmonie seines Daseins zerstört: er hat weder die Kraft noch den Willen seine aufgeregten, entflammten Lebensgeister von dem verderblichen Wege zurückzurufen, in Schranken zu halten. Er giebt Anlafs dafs man ihn für wahnwitzig hält.

Zweimal entweicht er von Ferrara: aber die Überredung seiner Freunde und die poetische Meinung, der Herzog werde grofsmüthig allen Groll fahren lassen wenn er sich wieder in seine Arme werfe, bringen ihn beide Mal dahin, zurückzukehren. Als er das zweite Mal wiederkommt, mit neuen grofsen Hoffnungen, trifft er gerade zu einer Zeit ein wo man mit Festen beschäftigt ist und Niemand auf ihn achtet. Er empfindet das als eine absichtliche Kränkung: in einem Anfall seiner melancholischen Aufregung stöfst er beleidigende Reden gegen den Herzog aus. Der Herzog, der auch nicht mit sich scherzen zu lassen pflegte, hält für das Beste, zugleich um ihn zu strafen und ihn curiren zu lassen, ihn in das Spital von S. Anna einzuschliefsen. Und hier wurde nun der arme Tasso sieben lange Jahre, von 1579 bis 1586, festgehalten. „Er ist in der That wahnsinnig", schreibt der florentinische Resident 4 April 1583 an seinen Hof, „doch spricht er zuweilen recht vernünftig und macht poetische Compositionen" [1]. Seine Seele war in ihrer Tiefe zerrüttet und die endlich zurückgegebene Freiheit konnte sie doch nicht völlig herstellen. Er suchte 1589 eine Zuflucht in Rom, wie er denn auch dort eine Zeit lang im Pallast Gonzaga gastfreie Aufnahme fand. Aber sei es nun dafs seine Melancholie den Umgang mit ihm unangenehm machte oder aus welcher Art persönlicher Abneigung auch immer, in kurzem finden wir ihn aus diesem Hause verwiesen. Er mufste in Gasthöfen herumwohnen, und zwar ohne Geld, ohne anständige Kleider, und von seiner Krankheit gepeinigt. Er mufste in ein Hospital gebracht werden, das einer seiner Vorfahren für arme Landsleute gegründet hatte. Es fehlte nicht viel, so hätte der Mann der damals in gewissem Bezug als der ausgezeichnetste in Italien angesehen werden konnte, dessen Geist die italienische Litteratur beherrschte, vor den Kirchthüren betteln müssen. Es

---

[1] *Dispaccio Horatio Urbani MS Arch. Med.* III 23. *Il Tasso come sa V. A. S. è qua in carcere, et in effetto è pazzo, se bene molte volte parla a proposito, discorre e fa di componimenti, i quali tutti sono a pocho a pocho andatisi divulgando e stampatisi in diversi luoghi fuori della sua voluntà e per lo più imperfetti et ripieni d'infinite scorrettioni et alterationi.*

ging ihm wahrlich noch schlimmer als unserm Kepler oder als seinem Zeitgenossen Camoens.

In diesen verzweiflungsvollen Zuständen nahm aber Tasso eine immer entschiedener geistliche Richtung. In seinem Gefängnifs glaubte er durch eine förmliche Erscheinung der heiligen Jungfrau genesen zu sein: als er dann befreit worden, that er das Gelübde seine Poesie nie wieder einem profanen Gegenstande zu widmen. Am liebsten hielt er sich seitdem in Klöstern auf: er studirte nur noch die Kirchenväter, die alten Lehrer: es findet sich ein Exemplar des Augustin durchweg mit Randglossen von seiner Hand: er war glücklich als er endlich einen Thomas von Aquino zu Handen bekam. Allein diese ernsten Studien verhinderten nicht, dafs er sich nicht doch noch den ausschweifendsten Phantasien überlassen hätte. Er glaubte alles Ernstes zuweilen von einem guten Engel besucht zu werden, und wollte sich nicht überzeugen lassen dafs diefs Imagination sei. Selbst in Gegenwart eines Dritten hatte er einst diese Erscheinung: man hörte ihn zu dem Fenster hinaus über die dunkelsten Fragen der Gottesgelahrtheit mit jenem Genius, den er zu sehen glaubte, Zwiesprache halten.

Schmerzliche Entwickelung eines so reich begabten Geistes. Aber er ist ein Beispiel, welche gewaltsame Lebenserschütterungen die Restauration des Katholicismus, die sich damals vollzog, in einzelnen Gemüthern zur Folge hatte.

In dieser ganzen Epoche fuhr Tasso fort zu dichten; jedoch wie die Zustände, so waren auch die Werke verschieden. Endlich legte er Hand an, auch das befreite Jerusalem umzuarbeiten: natürlich in dem Sinne der ihm jetzt der einzig zulässige schien. In der *Gerusalemme conquistata* — denn so nannte er das Gedicht — sind die Regeln noch viel strenger gehalten, die anstöfsigen Stellen ausgemerzt, die ungeistlichen Phantasien gestrichen, die Beziehungen auf Ferrara, das er jetzt hafste, mit ängstlicher Peinlichkeit vernichtet, — an die Stelle des Rinald z. B. mufs allenthalben ein Riccardo treten, was dann sehr unbequeme, kleinliche Änderungen nothwendig macht — es finden sich neue Zusätze der Devotion oder der Gelehrsamkeit; aber zugleich ist dem Gedichte auch sein Reiz genommen: es ist alles schroffer, gewaltsamer, übergangsloser geworden. Es ist wohl nur Eine Stimme, dafs die spätere Arbeit eigentlich durchgehends eine Verderbung der frühern ist.

Allerdings bezeichnet sie auch eine Stufe in der italienischen Litteratur: die noch ausgebildetere Herrschaft der geistlichen Tendenzen, die sich in Kunst und Gelehrsamkeit ebenfalls durchsetzte. Aber es war nur kein Gedicht mehr: Niemand hatte daran Wohlgefallen.

Wenn wir von Tasso dem Dichter sprechen, so ist es immer der jugendliche den wir meinen, — von jener Zeit in welcher innere Stimmung und äufsere Lage ihn allein fähig machten ein Dichter zu sein, jenes Poem zu verfassen, das eine so bedeutende Stufe in der Entwickelung der italienischen, ja der gesammten Poesie überhaupt bezeichnet.

Denn wie unvollkommen auch in einer und der andern Beziehung die *Gerusalemme liberata* sein mag, so liegt doch unleugbar in ihr auch eine Zusammenfassung, eine Vollendung aller frühern Bestrebungen.

Jenes altromantische Werk aus dem 14ten Jahrhundert, von dem wir ausgingen, drückt die Idee der kriegerischen Christenheit, wie sie in dem Mittelalter erschien, in einer universalen Dichtung aus. Die Helden deren Thaten es schildert, die Feinde die es bekämpfen läfst, haben keine andere Bedeutung als von dieser Idee aus: sie sind nicht in freier Wahrnehmung empfangen und wiedergegeben: sie liegen aufserhalb der Natur der Dinge: sie sind sich darum so gleichartig, weil sie von dem Gedanken gefesselt sind den sie ausdrücken.

Als nun das Leben sich individueller entwickelte, als die Studien des Alterthums erwachten — ohne dafs man doch jene Dichtungen, die man lieb gewonnen, da sie einen Grundzug des Daseins in sich darstellten, darum verlassen hätte, — machte man einen Versuch sie mit dem Sinne späterer Zeiten zu durchdringen, darin umzudichten.

Dazu war nun vor allem eine entschlossene Lossagung von der Idee der Kirche nothwendig. Wir sahen, wie diese Trennung, dieser Gegensatz zuerst in dem Werke Pulcis hervortritt, einer wilden Composition, die aber in Fülle der Ideen, Kühnheit der Conceptionen, Mannigfaltigkeit der Erfindungen und unbewufster Poesie ihres Gleichen nicht hat. Er bahnte den Weg. Die alte Dichtung durchdrang er zuerst mit den Gedanken und der Sinnesweise eines andern Jahrhunderts.

Hierauf zeigte sich der Einflufs der classischen Studien. Pulci kannte das Alterthum: doch tritt es bei ihm mehr als Gelehrsamkeit und ohne sicht-

baren Einflufs auf die Form hervor. Wann aber wirkten die antiken Formen überhaupt tiefer und vielseitiger als gegen das Ende des funfzehnten, am Anfang des sechszehnten Jahrhunderts, wo vermöge des Antriebs den sie gaben, Baukunst, Sculptur und Mahlerei einen neuen Schwung empfingen und die ganze Litteratur umgebildet ward. Bei der ersten Begegnung der antiken Formen mit den modernen Stoffen war die Wirkung am lebendigsten, geistigsten; auch in unserm Gebiete.

Bojardos vornehmstes Verdienst ist es jene einförmigen Charaktere der Romantik mit menschlicher und individueller Wahrheit belebt zu haben. Ariosto folgte ihm nach: er überwand die Manier des Mittelalters im Ausdruck: er arbeitete seinen Stoff bis in die kleinsten Züge naturgetreu aus. Sie wetteiferten mehr mit dem Alterthum als dafs sie es nachgeahmt hätten: sie liefsen den romantischen Ideen ihre poetische Gerechtigkeit widerfahren; so brachten sie es zu Gestalt, Anmuth und romantischer Schönheit.

Aber immer fleifsiger und ausgebreiteter wurden die Studien des Alterthums getrieben: in der nationalen Gesinnung ging eine Veränderung vor, bis in die Formen des Privatlebens, der geselligen Mittheilung sichtbar: — nach einiger Zeit schritt man zu neuen Forderungen und Versuchen fort. Noch viel näher wollte man sich den Formen des Alterthums anschliefsen. Man unternahm, epische Gedichte nach den Regeln des Aristoteles hervorzubringen: man suchte den Ausdruck besonders der lateinischen Dichter, ihre Würde und Reflexion auf den romantischen Stoff überzutragen.

Wir könnten nicht sagen dafs es mit diesem Bestreben sehr gelungen wäre. Es ist eine Epoche wie sie auch in der Kunstgeschichte eintritt, der Nachahmer Michel Angelos und Raphaels, wo die innern Motive erkalten und man sein Heil in der Weiterbildung eines der frühern Kunstübung abgelernten Formellen sucht.

Was nun damals allen Bestrebungen in der Kunst und allgemeinen Litteratur ein neues Leben gab, war die Restauration der kirchlichen Ideen.

In der Poesie nehmen wir ihre Wirkungen zunächst in Tasso wahr. In der *Gerusalemme liberata* finden wir eine Vermittelung aller Momente: Verständnifs, und Gefühl für den romantischen Stoff: Ernst und Gehaltenheit der Darstellung: eine sehr umfassende Kunde des Alterthums und Nachahmung desselben nach den aristotelischen Regeln: Erneuung der christlichen Ideen auch in dem Gedicht. Allerdings ist dies Werk weder in Tiefe und

Gröfse mit Dante noch in Lebendigkeit und Fülle der Anschauung mit Ariost zu vergleichen: aber es ist eine glückliche Vereinigung der mannigfaltigen Bestrebungen des Zeitalters, im rechten Moment concipirt und hingeworfen: nicht die Hervorbringung eines grofsen Genius voll ursprünglicher Schöpferkraft, aber die gelungene Arbeit eines empfänglichen, fleifsigen, phantasiereichen, gelehrten Bildners und Poeten.

Auch war es nur ein Product des Momentes. Weder in Tasso selbst noch in irgend einem Zeitgenossen wäre ein gleiches ein Jahrzehend später möglich gewesen. Denn mit nichten hielt man an dieser Stelle fest: man ging weiter und weiter: aber freilich dann auch aus dem Kreise poetischer Möglichkeiten heraus: erst später suchte man den verlassenen Standpunkt wieder zu gewinnen: einen Standpunct der wie an sich, so durch die Vereinigung mehrerer Grundbestrebungen welche in den romanischen Nationen mit einer gewissen Nothwendigkeit herrschen, für sie auf alle Zeit bedeutend blieb. Tasso hatte ihn zuerst eingenommen und die Form angegeben, die man dort alsdann weiter ausgebildet und zur Bedingung aller Darstellung gemacht hat, — gegen deren Allgemeingültigkeit erst unsere Tage einen nachhaltigen Widerspruch erheben sahen.

Über die

unter dem Namen der Farnesischen bekannte antike Onyxschale im K. Bourbonischen Museum zu Neapel.

Von

Hrn. UHDEN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 8. Januar 1835.]

Die schöne Onyxschale im Königlichen Bourbonischen Museum zu Neapel ist eines der gröfsten (1) und merkwürdigsten unter den auf unsere Zeiten geretteten Werken der alten Steinschneidekunst, und von mehreren der berühmtesten Archäologen bald kürzer, bald ausführlicher erwähnt und besprochen worden. Winckelmann (2) gedenkt ihrer nur nebenher; Scipione Maffei (3) versucht eine Erklärung der auf derselben gebildeten Gegenstände, so auch Barthélemy (4); ausführlicher Ennio Visconti (5) und zuletzt hat, vor wenigen Jahren, der um die Alterthumskunde so verdiente Millingen (6) eine neue Zeichnung der Schale anfertigen lassen und solche mit einer Deutung des innern Reliefs herausgegeben. Dieser bescheidene Gelehrte hält seine Erklärung indefs selbst für unentscheidend, und übergiebt sie den Alterthumsforschern, in der Hoffnung, dafs diese zu einer neuen und genügenderen Erläuterung eines Kunstwerks veranlafst wer-

---

(1) $9\frac{3}{4}''$, $2'''$ im Durchmesser des Randes und $1\frac{1}{2}''$ Tiefe.

(2) Von der Allegorie der Götter, Bd. II, S. 515 der sämtl. Werke.

(3) *Osserv. lett. I. II. Art. IX.* p. 339.

(4) *Explicat. de la Mosaïque de Palestrine* in den *Mémoir. de l'Acad. des Inscr.* T. XXX, p. 510.

(5) *Mus. Pio-Clement.* T. III, tav. C, n°. 1, p. 75.

(6) *Anc. unedit. Monum.* pl. XVII, p. 33, 34.

den, in welchem Natur und Kunst zu wetteifern scheinen. Nur damit keine der vorhandenen Abbildungen des Werks unangezeigt bleibe, nenne ich die allerneuste, aber auch die unbedeutendste, von einem Beamten des Königlichen Bourbonischen Museums ([1]) bekannt gemacht, die ein Nachstich der Millingenschen in einem sehr verkleinerten Maafsstabe zu sein scheint.

Alle diese Abbildungen des innern Reliefs der Schale, keine ausgenommen, leiden an Mängeln und an Unrichtigkeiten, besonders in den Details der Attribute der Figuren, welche auf die, jene begleitenden Erläuterungen sehr unangenehm eingewirkt haben. Diese Behauptung darf ich offen auszusprechen wagen, da mir während eines längeren Aufenthalts zu Neapel die Betrachtung dieses vortrefflichen Kunstwerks öfter und unter besonders günstigen Umständen gestattet wurde.

Das viereckte Glasgehäuse, in welchem die Schale aufgestellt ist, hindert das Auge, durch die spiegelnden Scheiben auf dem ebenfalls spiegelnden Stein die feinen Gränzen der kleinen Details genau zu unterscheiden und zu bestimmen; und so wird auch der geschickteste Künstler in seiner Nachbildung getäuscht. Mir ward vergönnt, die Schale aus ihrem Gehäuse herauszunehmen und sie so, nahe dem Auge, und nicht durch ein täuschendes Medium, wiederholentlich zu betrachten. Mit bewaffnetem Auge sind die Einzelnheiten genau beobachtet, sogleich aufgezeichnet und danach in die anliegende Abbildung des Reliefs der Schale eingetragen worden. Diese wird demnach wenigstens, wenn auch die folgende Deutung des Bildwerks nicht genügend erscheinen sollte, einer vollkommneren zur Basis dienen können. —

Auf dem inneren Boden der aus dem klarsten, gelbbräunlich und weifsbläulich geschichteten orientalischen Onyx geschnittenen Schale sind sieben menschliche Figuren aus der weifsbläulichen Schicht gearbeitet. Vier derselben umgeben die unverkennbare Figur der Isis, welche, ein wenig links hinschauend, auf einem egyptischen Sphinx liegend ruht, und den linken Arm auf das menschliche Hinterhaupt der symbolischen Thiergestalt stützend, in der aufgehobenen Rechten zwei volle Kornähren emporhält. Der Göttin zur Rechten sitzt auf einem Felsen ein alter, langbärtiger Mann, das Haupt ein wenig vornhin

---

([1]) *Raccolta di Monum. più interessanti del R. Mus. Borbon. e di var. collez. private pubblicati da Raff. Gargiulo.* Napoli 1825. gr. 4°.

gebeugt; sein rechter Arm lehnt an dem Knorren eines neben ihm stehenden starkstämmigen Baumes, dessen blätterreiche Zweige hinter des Alten Haupte sichtbar sind; mit der Linken fafst er den obern Rand eines grofsen hornähnlichen Gefäfses, dessen Spitze auf seinem rechten Schenkel schwebend steht. Beine, Schenkel und Hüften bedeckt ein weites, vielfaltiges Gewand, von dem ein schmaler Streif sich unter der Brust über den obern nackten Körper hinabzieht. Dem Alten gegenüber, der Isis zur Linken, sitzen auf einer Felserhöhung zwei jugendliche weibliche Gestalten, deren eine auf der linken Hand eine kleine Schale, die andere ein kleines Trinkhorn, am obern Rande mit der Rechten gefafst, hält. Beide sind bis zu den Hüften unbekleidet, Schenkel und Beine mit schöngefalteten Gewändern umhüllt; ihr Haupthaar ist in einem Lockenbüschel aufgebunden. Zwischen dem Haupte der letzten und dem aufsteigenden Rande der Schale ist, in gleicher Höhe mit ihrem Sitze, ein Kornfeld durch sechs volle, in einer Reihe nebeneinander stehenden Ähren angedeutet. Hinter der Isis steht, hervorragend, mit gespreitzten Füfsen, nach links hinschauend, ein kräftiger Jüngling. Die scharf ausgearbeiteten, starken Muskeln seiner Arme, Schenkel und Beine bezeichnen eine zu angestrengter Arbeit gewöhnte, eher gemeine als edle Natur, welche auch in den Gesichtszügen und in dem struppigen über der Stirn starr aufsträubenden Haar nicht zu verkennen ist. Ein leichtes Gewand schlägt sich um seine Hüften, und ist, mit den Zipfeln über der linken Schulter, in einen Knoten geschürzt, hinaufgehoben. Die rechte Hand stützt er auf eine, mit ihm gleich hohe, viereckte Stange, an welcher oben ein bogenähnliches Geräth befestigt ist; am linken Arme trägt er einen kleinen, rundlichen, leeren Sack und in der Hand ein Gartenmesser mit gekrümmter Spitze.

Über diesen fünf Figuren schweben oben, von rechts nach links hin, zwei kleinere jugendliche männliche Gestalten ohne Flügel. Die voranschwebende hält ein über ihr wogendes Gewand an den beiden Zipfeln; die andere mit der Rechten eine Muscheltrompete, in die sie bläst; um den linken Arm flattert ein leichtes Gewand.

Auf der hintern Seite des Bodens der Schale ist aus der gelbbräunlichen Schicht des Steines eine schuppige Aegis mit mehrern, am umgeklappten Rande umher in gleichen Entfernungen vertheilten, sich windenden kleinen Schlangen herausgearbeitet, und in der Mitte der Aegis ein grandio-

ses Medusenantlitz mit üppigreichem Haupthaar und zwei Flügeln über der Stirn, unter welchen zwei Schlangen hervorschiefsen, deren Schwänze unter dem schönen Kinn in einen Knoten sich schürzen. Diese beiden Schlangen sind unbärtig, alle übrigen am Rande der Aegis sich windenden tragen am untern Kiefer die auf antiken Bildwerken gewöhnlich den Schlangen zugegebenen Bärte. —

Nach dieser allgemeinen Übersicht der bildlichen Darstellungen an diesem vortrefflichen Kunstwerke sind die schön geordneten Figuren auf dem innern Boden der Schale genauer zu betrachten, um sie zu benennen und ihre Verhältnisse gegen einander zu bestimmen, um auf diesem Wege den Sinn des anziehenden und angenehmen Bildes zu errathen.

Zuvörderst erscheint, auf dem egyptischen Sphinx ruhend, unbezweifelt die egyptische Isis, in dem, nach dem alexandrinischen Kunstsystem angenommenen, gräcisirenden Kostüm. Das Haupthaar, mit der königlichen Binde umwunden, ist der Sitte des ptolemäischen Zeitalters entsprechend, in langen herabhangenden Locken geordnet. Die unter den Brüsten gegürtete Tunica bedeckt aber nicht den zum Erquicken der Natur immer bereiten Busen der allernährenden Mutter; die obern Zipfel derselben sind gelöst und zwischen den Brüsten in einen Knoten geschürzt. Ein reiches Peplum umhüllt vielgefaltet die Schenkel und Füfse der Göttin. Jener Knoten bezeichnet, wie Winckelmann zuerst bemerkt, die Kleidung der Isis ausschliefslich; er stellt ihn mit Recht als ein charakteristisches Zeichen auf, an welchem auch, übrigens verstümmelte Statuen, als Bild der Isis erkannt werden können. Jedoch hatte an den Bildwerken, die Winckelmann aus der spätern Zeit, aus der Zeit der Regierung Hadrians, kennt, der Knoten von seiner einfachen Bedeutung viel verloren; die Tunica bedeckte, auch mehr der griechischen Sitte angemessen, völlig den Busen der Göttin, und aus dem ihr zugegebenen, hinten herabhangenden Mantel ist mit den beiden oberen Zipfeln der charakteristische Knoten in der Mitte der Brust geschürzt. In der Rechten hält Isis zwei Ähren, als Zeichen ihres Segens, empor. Die Arme sind, nahe den Händen zu, mit zarten gerippten Armspangen umgeben.

Der Sphinx, auf dem die Göttin ruht, ist ganz genau dem ursprünglichen egyptischen Symbol, ein Löwenleib mit starkkralligen Tatzen und mit aufgesetztem kräftigen, jugendlichen Manneshaupte, nachgebildet, in welchem

der starke und weise Genius des Landes sich uns darstellt. Das menschliche Haupt bedeckt die gefältelte Haube, welche gewöhnlicher Calantica genannt wird, an deren breitem Saum über der Stirn sich eine kleine Schlange erhebt. Der Künstler hat diese heilige Figur mit besonderm Fleifse ausgearbeitet und die gelbbräunliche Schicht des Onyx sehr geschickt benutzt, um daraus den gleichfarbigen Löwenleib zu schneiden; zu dem Menschenhaupte aber, zum Halse und zu den daran liegenden Streifen der Haube, die weifsbläuliche Schicht, wie zu allen übrigen Figuren, verwandt.

Diese Gruppe des Sphinx mit der Isis, vorn in der Mitte des Bildes aufgestellt, bezeichnet auf das Bestimmteste den Ort der Versammlung der übrigen Gestalten, und läfst keinen Zweifel, dafs dieser Egypten sei. Von diesem gewonnenen Standpunkte wird die Betrachtung der übrigen Gegenstände ausgehen und die Deutung des Ganzen versucht werden müssen.

Ennio Visconti erkennt in dem auf einer Felsenhöhe sitzenden Alten den Nil; und wer sollte ihm nicht beistimmen? Doch vielleicht nicht aus dem Grunde, den er für seine Meinung anführt. Der gelehrte Archäolog bemerkt, dafs die Bildnisse dieses Flufsgottes durch einen ihnen eigenen Wurf des Haupthaares sich auszeichnen, der auch an dieser Figur wahrgenommen werde, und verweist zur Vergleichung auf eine liegende Statue des Flusses von schwärzlichgrauem Marmor im vaticanischen Museum ([1]). Allein diese Vergleichung möchte wohl nicht ganz befriedigen und vielmehr der Bart entscheidender sein, welcher nicht in gekräuselten Partien, wie z. B. beim Zeus, oder Aesculap, sondern wie an den Köpfen aller bärtigen Flufsgötter, in langen, sanft wellenlinigen Strähnen vom Kinne herabhängt. Gewöhnlich erscheint der Nil in Bildwerken und auf den alexandrinischen Kaisermünzen liegend, seltener sitzend; eine derselben mit Hadrians Bildnifs auf dem Avers, zeigt ihn fast in gleicher Stellung, wie hier auf der Schale. Der Litoglyph hat das Alter des ehrwürdigen Flusses scharf angedeutet, in dem etwas vorgebeugten Haupte, in der gerunzelten Stirn, doch ohne den erhabenen Ausdruck der Würde, in welcher die eben erwähnte und besonders die colossale Statue im Vatican ihn darstellt. Der Gott fafst mit der Linken oben am Rande ein auf seinem Schoofse stehendes grofses Horn des Überflusses in der eigentlichen Bedeutung; denn aus diesem schüt-

([1]) *Mus. Pio-Clement.* **I**, 37.

tet er seine überschwellenden Gewässer aus zur Befruchtung des Landes. Das mit vollen Ähren prangende Kornfeld, dem Gotte gegenüber, deutet an, dafs der segenvolle Überflufs von dem durch ihn gedüngten Boden abgelaufen ist, dieser gekräftigt, die erwartete Frucht schon trägt und der alte Strom wiederum ruhig in dem gewohnten Bette dahin fliefst. Daher die gemächliche Stellung des Alten, der das entleerte Horn des Segens leicht mit der Hand schwebend am Rande gefafst hält. Mit einem solchen grofsen Horne im Arme, oder dasselbe vor sich mit der Hand umfassend, ist der Nil auf den alexandrinischen Münzen häufig dargestellt. Bald steigt aus dem Horn die wachsende Fluth in Gestalt eines kecken Knäbchens hervor ([1]), bald quellen aus demselben Früchte mancherlei Art, wie aus den gewöhnlichen Fruchthörnern auf griechischen und römischen Bildwerken. Zur Lehne seines rechten Arms dient dem Flufsgott der knorrige Stamm eines starken Baumes, der, wie gewöhnlich die Gegenstände auf alten Bildwerken, genau der Natur gemäfs charakterisirt, dasteht. Es ist der in Egypten einheimische, zu heiligen und andern Geräthen, besonders zu Mumienkisten, verwandte holzreiche Sycomoros, deutlich zu erkennen an der knorrigen Bildung des starken Stammes und an der Form der Blätter, welche, verglichen mit mehreren natürlichen, wohlerhaltenen Blättern dieses Baumes in dem hiesigen Königlichen egyptischen Museum, die vollkommenste Ähnlichkeit mit diesen in ihrer verkleinerten Gestalt zeigen.

Dem Nil gegenüber sitzen zwei jugendliche Gestalten, Flufsnymphen, bis an die Hüften nackt, Schenkel und Beine mit Gewändern umhüllt, beide in ruhiger Stellung, den einen Arm, wie der Alte, auf eine Felserhöhung lehnend. Die vordere reicht, auf der linken Hand eine kleine Schale haltend, diese gegen die Isis, die andere fafst ein kleines Trinkhorn mit der Rechten. Visconti verbreitet sich in mancherlei, von ihm selbst als nicht wohl begründet anerkannte, Vermuthungen über die Benennung dieser Nymphen, welche er Memphis und Anchirrhoe, des Nils Töchter, nennen möchte. Als Töchter des Nil möchten auch wir sie anerkennen, nur nicht mit Beziehung auf jene von Visconti hier berührten griechischen historischen Fabeln, sondern in ihnen erkennend die Nymphen der, von dem grofsen Flusse ausgehenden und aus ihm erzeugten zwei Ströme, welche bei den Städten

---

([1]) Münze des Trajan bei Zoëga *Num. Aegypt.* tab. v, 1.

Cecrops und Pelusium in das Meer münden und die Grenzen des grofsen Delta bilden. Hier wurde wahrscheinlich das geklärte köstliche Trinkwasser des Nil geschöpft, welches die Trinkgefäfse in den Händen der Nymphen anzudeuten scheinen und wovon weiter unten die Rede sein wird.

Die über der Isis hervorragende, in eilender Bewegung stehende, männliche Gestalt ist von den gelehrten Erklärern verschiedentlich benannt worden. Bianchini, der in den oben schwebenden Figuren die Apotheose des grofsen Alexanders, der von einem Triton begleitet, zu den Sternen sich erhebt, erblickt, sieht in dem Jünglinge des Vergötterten Bruder, Aridaeus; Hirt ([1]) nennt ihn einen Heros, „der für Perseus, als egyptischer Abkömmling, oder für Alexander, oder, was ihm noch wahrscheinlicher ist, für Augustus, den letzten Eroberer von Egypten, gelten kann"—; Maffei will in ihm einen der Brüder oder Söhne des Ptolemaeus Auletes, für den er den Alten hält, erkennen, welcher als Zeichen seines kriegerischen Muths auf eine Ballista sich stützt; Barthelémy nennt ihn Triptolemus, der, in einer ihm nicht fremden Gesellschaft der Ceres, des bärtigen Bacchus und zweier Bacchantinnen sich zeige. Visconti widmet diesem Jüngling eine besondere Aufmerksamkeit, der, nach seiner Meinung, wegen seines edlen Äufsern und wegen seines Standorts, als eine der Hauptfiguren erscheine; auch sei in dem Instrumente, worauf er sich mit der Rechten stützt, der eigentliche Knoten zum Verständnisse der ganzen Darstellung zu suchen. Die Achtung für die Aussprüche des berühmten Archäologen verlangt, dafs wir länger bei ihnen verweilen und sie näher beleuchten. Zuerst müssen wir die edle Gestalt des Jünglings bestreiten. Visconti schrieb seine Bemerkungen nach einer schlechten Abbildung, von welcher er einen Stich in Conturen (sehr wahrscheinlich ein Nachstich des Maffeischen ausgeführten Kupferstichs, mit allen Fehlern und Mängeln) dem dritten Theil des *Museo Pio-Clementino* beigegeben hat. Hier erscheint die Figur in den unbestimmten akademischen Ideal-Formen, wodurch nur zu häufig in dergleichen Zeichnungen antike Gestalten entstellt werden. Im Original ist der Charakter dieser Figur völlig faunenartig; Schultern, Arme, Knie sind stark, die Muskeln am Körper, an den Schenkeln und Waden mächtig ausgearbeitet und kräftig; über der Stirn des ganz gewöhnlichen Antlitzes sträubt sich das Haar, wie bei den

---

([1]) Gesch. d. bild. Künste bei d. Alten S. 45.

Faunen, in die Höhe. Die ganze Gestalt zeigt eine gemeine menschliche, eine bäuerische Natur.

Aber das Instrument, das der Jüngling mit der Rechten gefafst hält, könnte wohl über das Wesen dieser räthselhaften Figur entscheiden? Dasselbe veranlafste auch wirklich Visconti, ihn Horus zu nennen, welcher den Nil, dessen Gewässer und Anschwellen beaufsichtige, und hier in jugendlicher Gestalt, als Sohn der Isis, dastehe, bewaffnet mit dem unter dem Mantel verhüllten Schwerte, welches er in dem Kriege gegen Typhon zückte. Horus, als Symbol der Sonne, meint Visconti, fasse mit der Rechten den künstlich verzierten Handgriff einer zum Heben des Wassers gebrauchten Maschine, etwa der Antlia, oder der ktesibischen Maschine, durch welche die Kraft der Sonne, womit sie auf das Anschwellen und Ablaufen der Gewässer des Nil wirkt, symbolisch angedeutet werde. —

Hier ist mancherlei zu berichtigen und erläutern; zuerst das furchtbare Schwert des Horus in ein mäfsiges Gartenmesser mit gekrümmter Spitze zu verwandeln, wie Winzer und Gärtner es zum Beschneiden und Entlauben der Hecken und Weinstöcke gebrauchen; denn ein solches fafst die linke Hand des Jünglings, sehr deutlich in der ganzen Form zu erkennen, nicht etwa versteckt unter einem Mantel, mit welchem ohnehin die Figur nicht bekleidet ist. Ferner können die Antlia und die ktesibische Wassermaschine, in ihrer Einrichtung völlig von einander verschieden, nicht, wie hier, zusammengestellt werden. Jene ist ein Tretrad mit Schöpfeimern; die Maschine des Ktesibios ein doppeltes Druckwerk. An der Antlia ist jeder Handgriff in dieser Form undenkbar, und, wenn man auch bei einem Druckwerke eine ähnliche Handhabe wohl annehmen könnte, wozu die an den beiden Enden des gekrümmten Werkzeugs geknüpften und um die viereckten Stangen geschlungenen Stricke? — Allein eben diese Seile sah und erkannte Visconti nicht; ihm erscheinen sie als eine Schlange. Die Schlange, sagt er, die sich um die Röhre der Antlie windet, ein wenig über der Hand der Isis, ist im Allgemeinen ein Symbol der Flüsse und besonders des Nil; auch bei den Egyptern Symbol des Agathodämon oder Kneph, unter dessen Obhut der Nil in Unter-Egypten steht. Nach beigebrachtem gelehrten Beweise für diese seine Aussprüche scheint dem berühmten Gelehrten jedes Detail (auch diese eingebildete Schlange) seine Conjecturen zu unterstützen und zur Wahrheit zu führen, so, dafs die Voraussetzung der höchsten Wahr-

scheinlichkeit seiner neuen Erklärung vielleicht keine Täuschung sein dürfte. — So schlüpfrig und gefährlich ist das Feld archäologischer Untersuchungen für Jeden der es betritt, Scheinbilder verfolgend, und nicht an den Monumenten selbst sich festhaltend. —

Von Andern ist, im unüberlegten Anblick, dieses Instrument für eine Ballista gehalten worden; doch verbietet die Kleinheit des allenfalls bogenähnlichen Werkzeugs jede weitere Beachtung dieser Angabe. —

Wie ist nun aber das räthselhafte Werkzeug zu benennen, welches im Verein mit den übrigen Attributen des Jünglings und mit seiner Figur betrachtet, über ihn selbst eine wahrscheinliche Vermuthung begründen könnte?

Hiezu wird eine genaue Beschreibung des Werkzeugs am leichtesten verhelfen.

Dasselbe besteht aus zwei aneinander gefügten Stücken und einer langen, viereckten Stange, an deren oberem Ende ein bogenähnliches, rundliches Geräth angebracht ist, von welchem zwei Stricke herabhangen. Die Stange ist von der Länge eines Mannes; sie steht unbezweifelt mit dem Jünglinge auf gleichem Boden und seine Rechte ruht auf derselben in gleicher Höhe mit seinem Haupte. Mehr als ein Drittheil der Stange wird von der Figur der Isis bedeckt und dem Auge entzogen. Das rundliche, bogenähnliche Geräth, welches oben mit der Stange durch eine Krampe (vermuthlich von einem Metall), in welcher es aber beweglich zu sein scheint, verbunden ist, umfafst die rechte Hand des Jünglings. An den beiden abgerundeten und mit Knöpfen verzierten Enden dieses Geräths sind zwei lange Stricke festgeknüpft, welche um die Stange lose geschlungen erscheinen. Dafs dieses Geräth kräftigen Widerstand zu leisten habe, zeigen die wahrscheinlich metallenen Schienen, welche die Hauptbiegung an demselben bewahren und befestigen. So viele Abbildungen von Wassermaschinen und Landbauwerkzeugen in den egyptischen Ruinen aufgefunden und bekannt gemacht worden sind, so findet sich doch unter allen keine, welche ein diesem ähnliches Werkzeug darstellte. Nur eine genauere Betrachtung des egyptischen Pfluges kann vielleicht einiges nicht falsches Licht geben. Bekanntlich [1] wird

[1] Heeren histor. Werke Th. 14, S. 354. Reynier *Economie politique et rurale d'Égypte* p. 192.

in Egypten sogleich, nach dem Abflusse der düngenden Gewässer des Nil, die Saat in den erweichten, empfänglichen Boden gestreut. Der höchst einfache Pflug, ohne Räder, von Ochsen oder Menschen gezogen, scheint mehr zum Unterpflügen als zum Vorpflügen gebraucht zu sein. Die merkwürdigen Reliefs in den Tempeln und Grotten zu Eiluthia ([1]) stellen mehrere Pflüge in voller Arbeit dar. Sie bestehn aus einer langen Stange, an welcher eine leichte eiserne Pflugschaar mit einem oder zwei Sterzen befestigt ist, und werden von zwei Ochsen gezogen, um deren Hörner Seile mehrfach gewickelt zu sehen sind, welche mit der Zugstange in Verbindung stehen müssen. Wie diese bewirkt worden, ist aus diesen Bildwerken nicht zu ersehen, da alle Figuren im Profil dargestellt sind. Jedoch konnte die Anspannung der Thiere durch Umwickelung der Stricke um die glatte Stange nicht füglich statt finden; es ist ohne Zweifel eine an der Zugstange angebrachte Vorrichtung anzunehmen, an welche die Enden der um die Hörner der Ochsen gewickelten Stricke festgeknüpft wurden. Sollten wir diese nicht in unserm räthselhaften Werkzeuge erkennen dürfen? Man stelle sich das bogenförmige Holz in seiner Krampe umgedreht, die Enden desselben nach oben gewandt und die langen mit einem Ende an denselben geknüpften Stricke um die Hörner der an der Stange zu beiden Seiten stehenden Rinder gewickelt vor, so scheint die Anspannung der Thiere und das Ziehen des Pfluges auf die zweckmäſsigste Weise eingerichtet. Die starke Krampe und die Schienen leisten genügenden Widerstand und die Thiere werden zugleich durch diese Vorrichtung von einander in gleicher Richtung erhalten. Das ganze Werkzeug wäre also, nach dieser Ansicht, ein egyptischer Pflug, der in dem Moment, worin er hier erscheint, nicht gebraucht wird; die Schaar ist entweder hinter der Isis versteckt oder abgenommen; der Anspannungsbügel liegt in der Krampe umgebogen, um zu bequemerer Beiseitestellung des Pfluges die Anspannungsstricke um die Deichsel schlingen zu können. So scheint die Figur des ausgedienten Pfluges entstanden, wie wir ihn hier in der Hand des Jünglings sehen. Am linken Arme desselben hängt ein kleiner, runder, mit einem Bügel versehener, leerer Sack; die Hand faſst ein kleines Gartenmesser. Ähnliche kleine Säcke mit Bändern oder Bügeln

---

([1]) *Descript. de l'Égypte* Vol. I, pl. 61-70.

halten auf egyptischen Bildwerken die Säemänner in der Linken und streuen mit der Rechten die Körner aus.

Nach der hier entworfenen genauen Charakteristik können wir in diesem Jünglinge weder einen Gott noch einen Heros erkennen, sondern halten ihn für die aus dem Leben gegriffene Figur eines egyptischen Landmannes, der, neben den Göttern, unter deren Obhut die segenvolle Jahreszeit steht, dieselbe auch durch die Beschäftigungen bezeichnet, welche alsdann dem feiernden Ackersmann obliegen. Denn in Egypten giebt es nach der Saat bis zur Ernte keine Arbeit.

Es bleiben nun noch die zwei oben schwebenden Figuren zu besprechen, deren eine in eine Muscheltrompete bläst, die andere ein wogendes Gewand über sich hält. Mit gleichen Attributen werden auf antiken Bildwerken die Winde dargestellt, und es ist nicht zu bezweifeln, dafs diese flüchtigen und brausenden Wesen auch hier bezeichnet sind, namentlich die Ἐτησίαι, jene regelmäfsigen Nordwinde, welche, nach alter Meinung, die Gewässer des Nils an seinen Mündungen stauten, die Überströmungen bewirkten, und die nun hier, nachdem diese abgelaufen sind, von Norden nach Süden, von den Mündungen des Stromes her, davon fliehen. —

Aus der bis hieher erläuternden Beschreibung der einzelnen Figuren und ihrer Verhältnisse zu einander, wird der Sinn des Reliefs auf diesem vortrefflichen Kunstwerke von selbst nach und nach erhellt und enträthselt worden sein. Egypten ist dargestellt in dem Schmuck der Fruchtbarkeit, in der segenvollen Jahreszeit, nach der Überschwemmung und dem Ablauf der befruchtenden Gewässer des alten einheimischen Flusses. Isis, ruhend auf dem starken und weisen Genius des Landes, hält die gereiften Ähren empor, der Nil sitzt ruhig bequem auf dem gewohnten Ufer; seine beiden Erzeugten haben das geklärte, süfse, köstliche Trinkwasser geschöpft; die Luft ist still; die Felder prangen mit reifender Saat und der Landmann stellt den ausgedienten Pflug weg; der Sack der Saat ist geleert und das Messer zum Garten- und Weinbau wird ergriffen. —



Nachträgliche Bemerkung zur Geschichte der italienischen Poesie.

Von
Hrn. RANKE.

Da ich p. 477. der Papiere aus der Casa Falconieri gedacht habe, so will ich doch nicht versäumen, hinzuzufügen, dafs der erste Theil derselben so eben wirklich erschienen ist (Lucca 1837.). Noch ist das Buch nicht in unsere Gegenden gelangt, aber ausführliche Inhaltsanzeigen benachrichtigen uns, dafs es von jenem geheimen Verhältnifs Tasso's zu der Prinzessin Leonore, das man hier in allen Details hervortreten zu sehen erwartete, auch nicht das Mindeste enthält. Natürlich! Schon Serassi benutzte dieselben Papiere, und dieser ehrenwerthe, gelehrte, und alles Zutrauens würdige Mann ist es gerade, der von allen den romanhaften Erzählungen am entschiedensten nichts wissen will. Mit Freuden würde ich aus neuen Documenten neue Kenntnifs schöpfen: jetzt ist der Stand der Sache folgender. Für jene Erzählungen werden einige Briefe und Gedichte angeführt, die aber sämmtlich nichts enthalten, was sich nicht auch anders erklären liefse. Welch ein mifsliches Unternehmen ist es überhaupt, aus den leichten Schöpfungen der Phantasie eines Poeten die realen Verhältnisse und Lebensbeziehungen desselben ernstlich ermitteln zu wollen. Man mag doch darüber Lessing einmal wiederlesen! In unserm Falle stehen aber auch die überdiefs in sich unzusammenhängenden Resultate eines solchen Bemühens mit allen glaubwürdigen Zeugnissen im Widerspruch. Da ist gleich der Brief M. Venier's an den Grofsherzog von Toskana, einen Herrn, dem wahrhaftig die etwanigen Anzüglichkeiten der ferraresischen Hofgeschichte nicht verschwiegen zu werden brauchten: den Tag nach der Gefangennehmung Tasso's, über welche dieser Brief überhaupt die einzige glaubwürdige Meldung enthält (Serassi p. 247.).

Venier schreibt das Unglück Tasso's, den er von Herzen bedauert, den melancholischen Grillen desselben, der Einbildung, dafs er ein Ketzer sei, zu. Dann folgen alle die eigenen Erklärungen Tasso's, zuweilen abrupt und in der Aufwallung hervorgestofsen, zuweilen sehr ausführlich und eingehend (z. B. *Opere* S. VIII. p. 255.), die aber einen ganz andern Gang seiner Entwickelung nachweisen. Diese Entwickelung, welche leider der gesammte spätere Verlauf seines Lebens und Dichtens fortführt, diese Rückwirkung der allgemeinen eine Zeit beherrschenden Tendenzen auf den individuellen Geist, der sich ihnen unterwirft, aber von ihnen zerstört wird, ist es auch allein, weshalb der ganzen Sache gedacht worden ist.

